



٣٠١٠٢٠٠٠٠٠٠٣٦٨



المملكة العربية السعودية  
جامعة أم القرى  
كلية العلوم التطبيقية والهندسية  
قسم الفيزياء

بحث عن :

" تأثير هول "

اعداد

الطالب/

غرم الله عبدالله سعيد الغامدي

اشراف/

الدكتور/ عبد العزيز قطب

مقدمة كمادة " حلقة بحث (٤٩٢) "

العام الدراسي ١٤٠١/١٤٠٢ هـ



## ” شكر وتقدير ”

أتقدم بالشكر الجزيل والاعتراف بالجميل الى كل من أخى العزيز  
الذى وقف بجانبى لاكمال دراستى الجامعية .

والى استاذى الفاضل الدكتور/ عبد العزيز قطب الذى ضحى  
بكثير من وقته رغم مشاغله الادارية ووقف بجانبى لانجاح هذا  
البحث كما لايفوتنى أن أتقدم بالشكر والتقدير الى اساتذة قسم  
الفيزياء والمهندسين والاداريين والفنيين لما لمستهم منهم من  
اخلاص وتعاون فى شتى مجالات العلم ايماننا منهم بقول رسول  
الله صلى الله عليه وسلم ” ان الله فى عون العبد مادام العبد  
فى عون أخيه ” .

الفهرس

صفحة

	( ١ ) الفصل الأول :
٥	مقدمة
	( ٢ ) الفصل الثاني :
٨	( ١ ) تعريف أثر هول
٨	( ٢ ) نظرية هول
١١	أ - جهد هول
١١	ب - ثابت هول
١٥	ج - كثافة الالكترونات
١٦	
	( ٣ ) الفصل الثالث
٢٠	التجارب العملية
٢٠	أولا : شريحة الجرمانيوم
٢١	أ - الأجهزة والادوات المستخدمة
٢٣	ب - خطوات العمل
٢٤	ثانيا : شريحة الفضة
٢٤	أ - الأجهزة والادوات المستخدمة
٢٦	ب - خطوات عمل التجربة
٢٠	ثالثا : شريحة الألمنيوم
٣٠	أولا : شريحة الألمنيوم المستطيلة
٣٠	أ - الأجهزة والادوات المستخدمة
٣١	ب - خطوات عمل التجربة
٣٣	ثانيا : شريحة المنيوم ذو الاطراف الثلاث
٣٣	أ - أعداد الشريحة
٣٣	ب - توصيل الدائرة وطريقة وضع الشريحة
٣٤	ج - الأجهزة والادوات المستخدمة

صفحة

٣٨

٣٨

( ٤ ) الفصل الرابع :

تمهيد

٤٠

أ - نتائج شريحة الجرمانيوم

٤٤

ب - نتائج شريحة الفضة

٥٥

ج - نتائج شريحة الالمنيوم ذو الاطراف الثلاث

٦٥

( ٥ ) الختام

٦٦

( ٦ ) قائمة المراجع والمصادر

## • الفصل الأول •

## " الفصل الأول "

### مقدمة :

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا

محمد صلى الله عليه وسلم وبعد .

ان من أحد طرق دراسة مادة الفيزياء، الدراسة العملية لاثبات النظريات والقوانين العلمية، ولكي تكون التجارب ناجحة ومحقة للغرض منها ولكي تكون النتائج التي سنحصل عليها صحيحة يجب أن نراعى الدقة والتحليل واتباع التعليمات والارشادات والترتيب والتأنى في التعميم حتى تتجمع الحقائق والأدلة الكافية. وتهدف التجارب العملية في الفيزياء الى انهاء التفكير المنطقي والاستنتاج عند الطلاب وتشجيعهم على اتباع الموضوعية والامانة العلمية وتنمية مهارات الملاحظة الحساسة والقياس الدقيق والتنظيم الواضح. كما تهدف دراسة الفيزياء الى تقوية حوافز الطلاب في الاختبار والبحث والاستكشاف واستقصاء الحقائق .

ومن أحد وسائل الدراسة العملية اجراء بحث عملي تطبيقي لذلك يتطلب من الطالب المتخصص في دراسة الفيزياء أخذ مادة حلقة بحث من متطلبات القسم الاجبارية وقد تم اختيار هذا البحث من ضمن مجموعة حلقات البحث وهي دراسة ظاهرة تأثير هول Hall Effect .

ان ظاهرة تأثير هول للمواد المعدنية تثبت أنه عند مرور تيار كهربى في موصل في وجود مجال مغناطيسى عمودى على اتجاه مرور التيار الكهربى فان الالكترونات الحرة الناقلة للشحنة تعاني قوة فى اتجاه عمودى على كل من اتجاه خطوط الحث واتجاه التيار وتبعا لقاعدة

السيد اليسرى فان الالكترونات الحرة تعانى انحراف وبالتالي تكون الكثافة الالكترونية فى جهة معينة اكبر من الكثافة فى الجهة المقابلة وتبعاً لهذا يتكون فرق للجهد بين الجهتين وبالتالي يوجد مجال كهربى والذى يولد قوة تؤثر على الالكترونات الحاملة للشحنة فى اتجاه عكسى للمجال الكهربى .

وظاهرة أثر هول أداة قيمة خاصة فى بحوث شبه الموصلات والمعادن حيث أنها وسيلة مباشرة لتقدير تركيز ناقلات الشحنة . ومن المعروف أن ظاهرة أثر هول هى من أحد التجارب العملية التى يجربها الطلبة فى مختبر الجوامد على مادة الجرمانيوم ولقد تم اختبار هذه الظاهرة كنقطة بحث لعدة أسباب :-

- ( ١ ) دراسة الظاهرة على معادن مختلفة بالإضافة الى مادة الجرمانيوم ( شبه الموصلة ) والمقارنة فيما بينهم بثابت هول وتركيز ناقلات الشحنة .
- ( ٢ ) دراسة تأثير استخدام المجال الكهرومغناطيسى والمجال المغناطيسى الطبيعى على العينة ومعرفة فيما اذا كان كانت هناك أى فرق .
- ( ٣ ) دراسة تأثير تغيير التيار المار فى العينة بثبوت المجال المغناطيسى للمعادن المختلفة .
- ( ٤ ) دراسة تأثير تغيير المجال المغناطيسى على العينة وثبوت التيار المار فى الشريحة .

ونظراً لامكانيات معمل الأبحاث بقسم الفيزياء المحدودة فقد اقتصرَت الدراسة على عينة الجرمانيوم، والفضة، والألمنيوم، ولقد واجهتنا صعوبات ومشاكل كثيرة لتحقيق ما ذكر أعلاه ولكن والحمد لله تمكنا

من بناء وحدة معدنية تُثَبَّتُ عليها المعدن المراد دراسته ومن ثم تطبيق عليها المجال الكهرومغناطيسى أو المجال المغناطيسى الطبيعى ويمكن عمل ذلك لمعادن أخرى على نفس الوحدة ولكن لسوء الحظ النتائج العملية التى حصلنا عليها من هذه الوحدة لم تكن مرضية ونظرا لضيق الوقت لم نستمر فى الحصول على نتائج سليمة .

ولقد تم تقسيم هذا البحث الى أربعة فصول :

- الفصل الأول ويشمل المقدمة .
- الفصل الثانى ويشرح التعريف والنظرية لظاهرة أثر هول .
- الفصل الثالث ويشمل على طرق اجراء التجارب العملية .
- الفصل الرابع ويشمل على النتائج التى تم الحصول عليها من التجارب العملية .

ورغم أن هذا البحث ما هو الا بداية لنقاط كثيرة قابلة للبحث نأمل أن نكون قد حققنا جزءا من الفائدة المطلوبة فى هذا البحث والله من وراء القصد والهادى الى سواء السبيل .



## • الفصل الثانى •

بسم الله الرحمن الرحيم

## الفصل الثاني

(٢-١) :- تعريف أثر هول Hall Effect:

اكتشف العالم هول Hall الظاهرة المسماة باسمه أثر هول

Hall Effect أثناء دراسته سريان التيار الكهربى فى موصل

معدنى بجامعة (هوب كنز الأمريكية Hope Kenz University

وهذه الظاهرة تدل على انه اذا سلط مجال مغناطيسى على موصل

يمر فيه تيار كهربى بحيث يكون المجال المغناطيسى عموديا على اتجاه

سريان التيار الكهربى فى الموصل كما هو موضح فى شكل (1-a) فان

فرقا فى الجهد يحدث خلال الموصل عموديا على اتجاه سريان التيار

الكهربى والمجال المغناطيسى ويتناسب تناسباً طردياً مع التيار الكهربى

المار فى الموصل وكثافة الفيض المغنطيسى المعترض للتيار ويسمى فرق

الجهد هذا بفرق جهد هول Hall Voltage .

وجهد هول يظهر لأن الشحنات المتحركة المكونة للتيار تندفع نحو

أحد الجانبين كما هو فى شكل (1-b) نتيجة لمرور التيار الكهربى

فى الاتجاه (x) وعندما نطبق المجال المغنطيسى : تتراكم الشحنات

على احدى وجهى العينة حتى يصبح المجال الكهربى اللازم للشحنة

المتراكمة من الكبر بحيث يكفى لالغاء القوة التى يبذلها المجال

المغنطيسى الناتج عن مرور التيار الكهربى كما فى شكل (1-c) والذى

يظهر فيه أن الايونات الموجبة تتراكم فى أحد أوجه العينة والالكترونات

تتراكم فى الوجه المقابل .

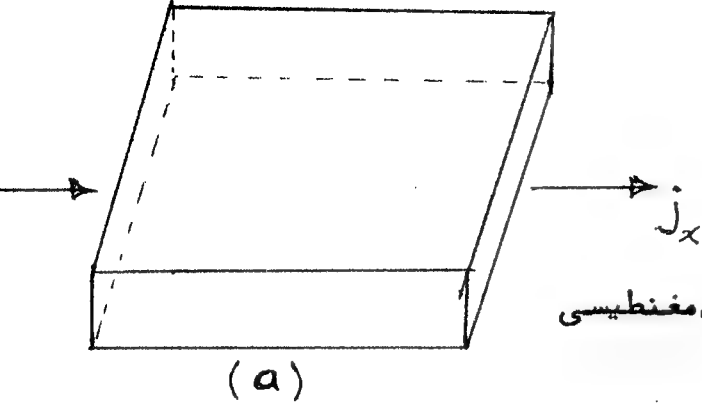
وأثر هول دراسة قيمة خاصة فى بحوث شبه الموصلات اذ أنه فى

بعض الظروف البسيطة يزودنا بوسيلة مباشرة لتقدير تركيز ناقلات الشحنة

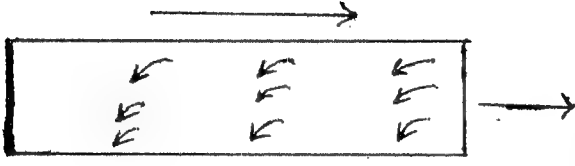
وكذلك يعطينا معلومات هامة عن تركيب المادة الموصلة سواء معدنية أو شبه موصلة وكذلك تعطى معلومات عن طبيعة عملية التوصيل .

ويفترض عادة عند حساب فرق جهد هول لائ شريحة ، أن تكون الشريحة المراد دراستها رقيقة جدا ومستوية استواء جيدا . وأخيرا يمكننا أن نصل الى التعريف العام لاثـر هول :

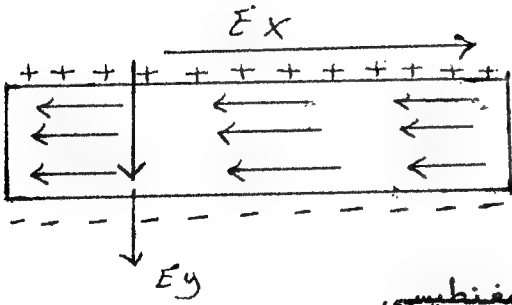
" هو المجال الكهربى العـرضى لكل وحدة مجال مغناطيسى أو لكل وحدة كثافة تيار " .

Magnetic  $B_z$ 

( ١ ) عينة مستطيلة موضوعة في مجال مغناطيسي



( ٢ ) مجال كهربى طبق على العينة فى الاتجاه  
مما يسبب سريان فى تيار كهربى  
كثافته



( ٣ ) الانحراف فى اتجاه سبب المجال المغناطيسى  
تراكم الالكترونات فى احدى اوجه العينة  
والايونات الموجبة فى الوجه المقابل للعينة  
بحيث ان المجال المغناطيسى يلغى القوة  
الناتجة عن المجال الكهربى .

( ٢-٢ ) :- نظرية هول :

سوف نتطرق فى هذا الجزء بعد أن عرفنا فى الجزء الأول " أثر هول "

الى مايلى :

أ - جهد هول

ب - ثابت هول

ج - ايجاد كثافة الالكترونات بواسطة ثابت هول

أ - جهد هول : Hall Voltage

إذا كان لدينا شريحة معدنية رقيقة جداً من مادة موصلة كهربياً

كما فى شكل (2) سمكها  $d$  ومساحة مقطعها  $a$  ويمر فى هذه

الشريحة تيار كهربى يبدأ من نقطة  $A$  وينتهى بنقطة  $B$  حيث

التيار باتجاه المحور  $x$  .

أثناء انتقال التيار فى الشريحة يكون شدته تساوى

$$J = J_x a \quad \dots\dots\dots (1)$$

حيث أن  $J_x$  كثافة التيار

$a$  مساحة المقطع للشريحة

من هذه المعادلة يمكننا استنتاج كثافة التيار المار فى داخل الشريحة

وهو عبارة عن شدة التيار مقسوماً على مساحة المقطع  $a$  ،  $a = bt$  ،

$$J_x = \frac{I}{a} = \frac{I}{bt}$$

حيث  $a$  عرض الشريحة ،  $t$  سمك الشريحة .

ولكننا نعرف أن التيار المار فى الشريحة عبارة عن انتقال الالكترونات

الواقعة فى المدار الخارجى للذرة فى اتجاه معاكس للشقوب



٣٦٨

حيث أن عدد الالكترونات التي تتحرك في الاتجاه الموجب تساوى عدد الثقوب التي تتحرك في الاتجاه السالب . Holes .

ومن هذا نستنتج أن كثافة التيار الكهربى  $J_x$  عبارة عن مقدار الشحنة التي تمر خلال وحدة زمن خلال وحدة المساحات أو عدد الالكترونات الكلية التي تمر خلال وحدة مساحات لكل وحدة زمن ومن هذا يمكننا أن نلاحظ أن كثافة التيار تساوى

$$J_x = ne v_x \dots\dots\dots(2)$$

حيث  $n$  عدد الالكترونات أو الأيونات (الثقوب) المتحركة سواء سالبة أو موجبة

$e$  شحنة الالكترونات

$v_x$  سرعة الالكترون فى الاتجاه

ولما كانت حركة الالكترونات معاكسة لاتجاه المجال الكهربى فاننا نرى أن المجال الكهربى يسرى فى الاتجاه  $x$  وبهذه الحالة يستمر سريان التيار  $J_x$  فى الشريحة الموصلة .

من المعروف أن الالكترونات فى حالة سريان عند وجود التيار الكهربى لذا فكر هول فى تطبيق مجال مغناطيسى فى اتجاه عمودى على مستوى الشريحة أى فى اتجاه  $z$  . ( فى اتجاه عمودى على اتجاه انتقال التيار ) ودرس هول تأثير هذا المجال المغنطيسى العمودى على اتجاه حركة الأيونات فاستنتج انه ينشأ عن ذلك قوة فى اتجاه  $y$  تسمى قوة لورنتز  $Lorntz\ Force$  بحيث أن هذه القوة تساوى

$$F = e v_x B = e v_x H \dots\dots\dots(3)$$

حيث أن  $e$  شحنة الإلكترون

$v_x$  سرعة الإلكترون

$B$  الفيض المغناطيسى

وحيث أن  $B = uH$

$$u = \frac{4}{\pi} \times 10^{-7} \text{ السامحية المغناطيسية}$$

$H$  شدة المجال المغناطيسى

وهذا يعنى أنه اذا تحرك الكترون خلال موصل وسلط على سريان أو حركة الالكترون مجال مغناطيسى فان هناك قوة ~~مستعرضة~~ في الموصل تميل الى دفع الالكترون باتجاه معين فى الموصل وهذه القوة لن تستمر طويلا حيث أن بعض الالكترونات يعبر سطح الموصل ويبقى هناك أما الايونات الموجبة فينحرف جزء منها فى الاتجاه  $y$  كما فى شكل (2) وتتجمع الالكترونات السالبة الى أعلى باتجاه  $y$  والايونات الموجبة أسفل اتجاه  $y$  مولدة فرق فى الجهد يسمى جهد هول  $V_H$  ويعرف بأنه القوة الدافعة لاثر هول .

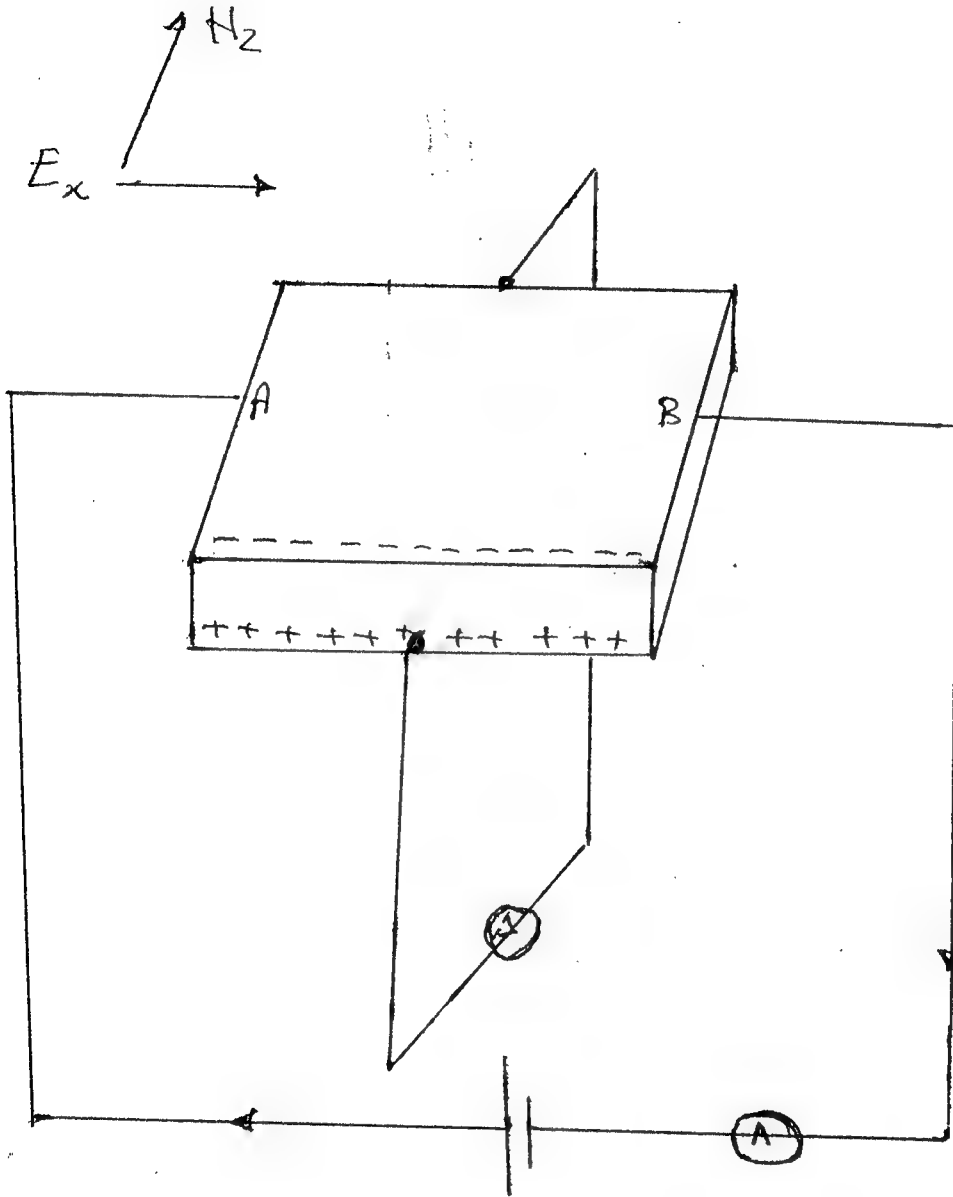
وهذا يولد مجال كهربي  $E_y$  حسب العلاقة

$$E_y = \frac{V_H}{b} \dots\dots\dots (4)$$

حيث  $b$  عرض الصفيحة الموصلة

ولحصول جهد هول عمليا وأن هذا الجهد صغير جدا بحيث لا يمكن ملاحظته بأجهزة الجهد العادية  $voltmeter$  لذا يتطلب استخدام الجلفانومتر القذفي  $Ballistic Galvanometer$  فاذا عرف الانحراف الذى يسجله الجلفانومتر القذفي وليكن  $\theta$  ومقاومة الجلفانومتر  $R$  وحساسية الجلفانومتر  $K$  فان جهد هول يعطى حسب العلاقة

$$V_H = \frac{\theta}{K} R \dots\dots\dots (5)$$



شكل (2) : يمثل فرق الجهد (جهد هول) المتولد في الشريحة



ب - ثابت هول :

بعد تطبيق المجال المغنطيسى تؤثر على الالكترونات قوة كهربية اضافية وفى هذه الحالة تكون القوة (قوة لورنتز) تساوى

$$F = e E_y \quad \dots\dots (6)$$

وبالتعويض عن قيمة  $F$  من معادلة (3) نجد أن

$$eE_y = e v_x uH$$

بحذف  $e$  من طرفى المعادلة

$$E_y = v_x uH$$

$$B = uH$$

وحيث أن

$$\dots E_y = v_x B$$

ومن المعادلة (2) نلاحظ أن سرعة الالكترون  $v_x$  تساوى كثافة

التيار مقسومة على عدد الالكترونات فى شحنة الالكترون

$$v_x = \frac{J_x}{ne} \quad \dots\dots (7)$$

وبالتعويض عن السرعة فى المعادلة (6) وكذلك بالتعويض عن  $B$

نجد أن

$$E_y = \frac{J_x}{ne} B$$

$$\frac{E_y}{\frac{J_x}{B}} = \frac{1}{ne} R_H \quad \dots\dots (8)$$

وهذا ما يسمى بثابت هول  $R_H$

من المعادلة (8) حصلنا على أن ثابت هول :

$$R_H = \frac{E_y}{\frac{J_x}{B}}$$

ولكن من المعادلة (4) نحصل على :

$$E_y = \frac{V_H}{b}$$

حيث  $b$  عرض الشريحة

وكذلك نحصل من المعادلة (1) أن

$$J_x = \frac{I}{bt}$$

بتعويض قيمة المعادلتين (4) ، (1) في المعادلة (8) نحصل على

$$R_H = \frac{V_H t}{IB}$$

حيث  $V_H$  جهد هول بالفولت  $v. volt$

$t$  سمك الشريحة (بالمتر)  $m$

$I$  التيار المار في الشريحة  $Amp$

كثافة الفيض المغنطيسي  $(T) Tesla$

ملاحظة :

$$1 Gauss = 10^{-4} Tesla , \quad Tesla = \frac{weber}{m^2 u} = \frac{v.s}{m^2}$$

$$R_H \quad \frac{m^3}{c} \quad \text{ثابت هول ووحداته}$$

$c$  كولوم

$m$  متر

#### ح - كثافة الالكترونات:

عند مرور تيار في موصل في وجود مجال مغنطيسي عمودي على اتجاه

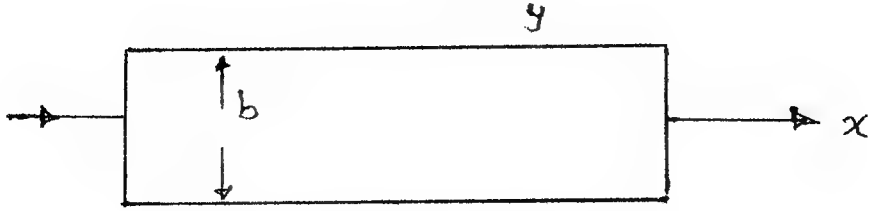
التيار فان الالكترونات الحرة الحاملة للشحنة تعاني قوة في اتجاه عمودي

على كل من اتجاه خطوط الحث واتجاه التيار وتبعا لقاعدة اليد اليسرى

وتبعا للشكل (2-b) فان الالكترونات تعاني قوة نحو  $y$  وبالتالي

تكون الكثافة الشحنة عند  $y$  أكبر منها عند  $x$  .

( ١٧ )



وتبعاً لهذا يوجد فرق جهد  $v$  بين النقطتين  $x, y$  وبالتالى يوجد مجال كهربى شدته  $\frac{v}{b}$  حيث  $b$  هى عرض الشريحة وهذا المجال الكهربى يولد قوة تؤثر على الالكترونات الحاملة للشحنة فى اتجاه عكسى للمجال الكهربى . ولورمزنا للحث المغناطيسى بالرمز  $B$  ولشحنة الالكترون بالرمز  $e$  ولسرعتها بالرمز  $v$  فان

$$F_m = Bev \quad \text{القوة المغناطيسية}$$

$$F_E = \frac{v}{b} e \quad \text{القوة الكهربائية}$$

وعند الاتزان تساوى القوتين فان

$$Bev = \frac{v}{b} e$$

$$\dots \quad v = \frac{v}{Bb}$$

واذا افترضنا أن هناك  $n$  من الالكترونات الحرة فى وحدة الحجم فان

$$I = Anev$$

حيث  $A$  هو مساحة مقطع الشريحة ،  $I$  هو لتيار العار فيها واذا

كان سمك الشريحة  $t$  فان

$$A = t$$

$$\dots \quad I = t b nev$$

$$= \frac{t v ne}{B}$$

$$n = \frac{B I}{t v e}$$

ومن هذه المعادلة نستطيع حساب كثافة الالكترونات اذا علم

$B =$  الفيض المغناطيسى

$t =$  سمك الشريحة

$I$  التيار العارفى الشريحة

$V$  الجهد لهول

$e$  شحنة الالكترون

" الفصل الثالث "

## الفصل الثالث

### التجارب المعملية

#### تمهيد :

نظرا لما لا أثر هول من أهمية كبرى فى دراسة خواص المواد الموصلة والمواد شبه الموصلة فاننا بحول الله تعالى تمكنا من اجراء تجارب مختلفة تحت ظروف وعوامل مختلفة حيث تم ما يلى :

أ - دراسة تأثير التيار المار فى الشريحة على جهد هول مع ثبات

الفيض المغنطيسى على الشريحة .

ب - دراسة تأثير تغير قيمة الفيض المغنطيسى على جهد هول مع

ثبات التيار المار على الشريحة .

ج - مقارنة بين تأثير المغنطيسى الكهربى والمغنطيسى الطبيعى .

ولقد تمت الدراسة على الشرائح التالية :

أولا : شريحة الجرمانيوم

ثانيا : شريحة الفضة

ثالثا : شريحة الألمنيوم تحت ظروف مختلفة حسب الامكانيات .

وفيما يلى وصف كامل عن الجهاز المستخدم للشريحة والادوات والاجهزة

المستخدمة وكذلك الدائرة الكهربائية المستخدمة مدعمة بالصور الفوتوغرافية .

أولا : شريحة الجرمانيوم :

شريحة الجرمانيوم التى استخدمت فى هذا البحث تحصلنا عليها من

شركة Griffin and George كما هى فى شكل (3) .

وحيث أن مادة الجرمانيوم شبه موصلة ونوع المادة من n-type ونظرا

لتركيبها كما هو موضح فى الصورة فاننا حاولنا وضعها فى مجال مغناطيسى

كهربى ولم نستطيع حيث قد صممت لوضع مجال مغناطيسى طبيعى عليها

لذلك اقتصر الدراسة عليها باستخدام المجال المغناطيسى الطبيعى فقط .

والمغناطيسى الطبيعى المستخدم على شكل حدة الفرس قيمه B له

$$B = 62 \times 10^{-3} \text{ T} \quad \text{من انتاج شركة Cenco} .$$

### الأجهزة والأدوات المستخدمة :

الشكل رقم (4) يمثل رسم تخطيطى للدائرة المستخدمة وتتكون من

الأجهزة التالية :

( ١ ) مصدر للتيار المار فى الشريحة Power supply ويعطى

أقصى تيار قيمته 8 Amps لذلك وضعنا مقاومة متغيرة مقدارها

للحصول على تيارات ضعيفة لأن شريحة الجرمانيوم  $10^4 \text{ ohms}$

لا تتحمل أكثر من 30 mA ولذلك يجب عند امرار تيار فى الشريحة أن

تكون قيمة التيار حوالى 0.2 — 5 mA

( ٢ ) مقاومة متغيرة قيمتها 10 K ohms

( ٣ ) جلفانومتر قذفى حساسيته 24 mm/uA ومقاومته

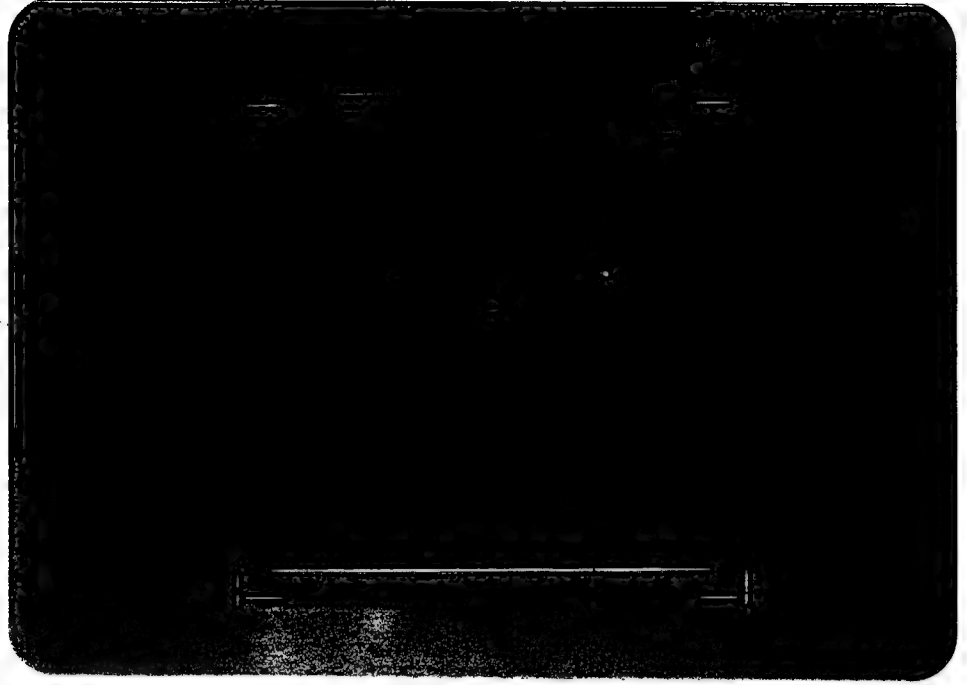
14 ohms حيث تؤخذ القراءة عند  $x = 0.1$  أو عند  $x=1$  حتى تظهر

واضحة .

( ٤ ) مغناطيس طبيعى على شكل حدة الفرس فيضه  $B = 62 \times 10^{-3} \text{ T}$

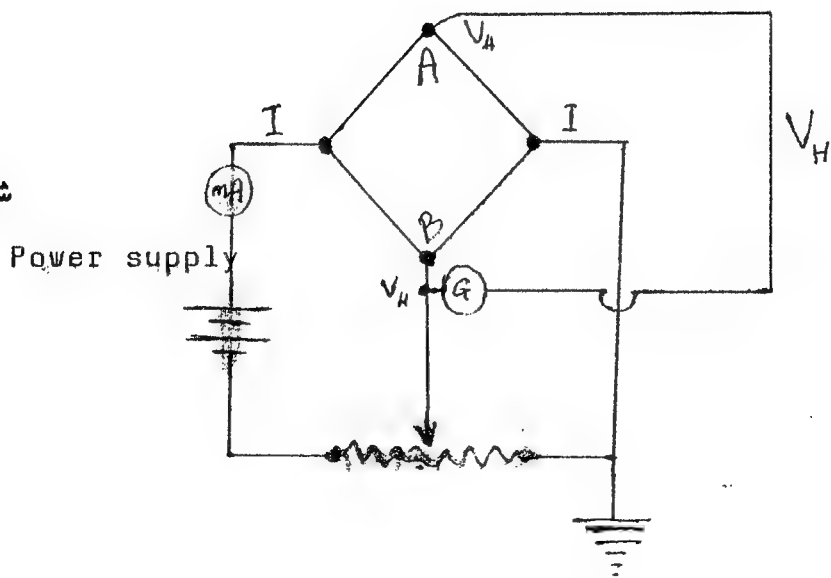
( ٥ ) أسلاك توصيل مقاومتها ضعيفة جدا .

شكل (3)



وحدة شريحة الجرمانيوم

شكل (4)



رسم تخطيطي لدائرة شريحة الجرمانيوم (A-type Ge)



خطوات العمل :

بعد وصل الدائرة كما فى شكل (4) نختار المدى الأقل حساسية فى الجلفانومتر ونضبط البقعة فى منتصف المدى ( منتصف التدريج ) ثم نعد نفس الخطوات للمدى التالى ونعمل التعديلات اللازمة ثم نختار المدى الحساس  $x=1$  للجلفانومتر القذفى ونقرب القطب الشمالى للمغناطيس على الشريحة ونلاحظ الانحراف ( دون أن يلامسها ) نعد الخطوة السابقة عند مرور تيارات مختلفة ولتكن قيمتها  $0.1 \text{ — } 1.0 \text{ mA}$  ونلاحظ الانحراف عند كل قيمة للتيار .

بمعرفة حساسية الجلفانومتر للتيار ومقاومته يمكن حساب الجهد الناتج عن تأثير هول عند مرور التيار للقيم المختلفة . ونظرا لعدم امكانية ادخال الوحدة المركبة داخل الملف الكهربى لتطبيق المجال الكهرومغناطيسى اقتصرنا الدراسة على تطبيق المجال المغناطيسى الطبيعى فقط على شريحة الجرمانيوم والنتائج التى تم الحصول عليها قدمت فى الفصل الثانى .

### ثانيا : شريحة الفضة :

شريحة الفضة التي استخدمت في هذا البحث تحصلنا عليها من شركة Leybold رقم 58681 Br 2 كما هو في شكل (5) ، حيث سمك الشريحة  $1.94 \times 10^{-5} \text{ m}$  وطولها  $0.08 \text{ m}$  وعرضها  $0.02 \text{ m}$  ويجب أن توضع مشدودة لذلك زود الجهاز بمسامير لابقائها مشدودة وحيث أن مادة الفضة من المعادن الموصلة للتيار الكهربى وقد صمم الجهاز على أن لا يستخدم الا فى حالة المغناطيس الكهربى فقط لذلك تعذر علينا استخدام المغناطيس الطبيعى على شريحة الفضة والمغناطيس الكهربى المستخدم فى هذه الدراسة يتكون من  $4900 \times 2$  لفة وسمك السلك المستخدم  $24 \text{ S.W.}$  ومقاومته  $126 \text{ ohms}$  ويتحمل تيار من  $1.1 - 0.75$  أمبير ويجب مراعاة توصيله كما فى شكل (7) وإذا لم يكن التوصيل عليه جيد فانه يحدث تفريغ فى المجال الكهربى ولا يحدث هناك أى قراءة لفرق الجهد الناتج عن أثر هول فى شريحة الفضة أو أى شريحة أخرى وقد أوردنا صورة فوتوغرافية لتوصيل المغناطيس الكهربى شكل (8) .

### الأجهزة والأدوات المستخدمة :

الشكل رقم (6) يمثل رسم تخطيطى للدائرة المستخدمة وتتكون مما يلى :

- ( ١ ) وحدة شريحة الفضة متصلة بثلاثة اسلاك موضوعة على الشريحة منها سلكين موضوعين على طرف الشق الذى على شكل حرف  $\Gamma$  ومتصلين بطرف المقاومة المتغيرة حيث أن الوسط للمقاومة متصل بالجلفانومتر والسلك الثالث مقابلهما وفى المنتصف من الجهة الثانية من الشريحة (أى فى منتصف الشق  $\Gamma$  فى منتصف السلكين ) ومتصل بالجلفانومتر .
- القذفى كما هو واضح فى شكل رقم (5) .

( ٢ ) مصدر للتيار الكهربى : متصل بالشريحة على التوالى ويجب

عند دراسة أثر هول أن يوضع على الشريحة من 5 - 25 Amp.

أما الجهاز الذى استخدم محول للتيار الكهربى حيث أخذنا ما مقداره

من 5 - 15 Amp. كما هو موضح فى الشكل (9) واسم المحـول

Low Tension Power Supply ويعطى تيار مقداره 1 - 15 Amps

( ٣ ) مقاومتين متغيرتين موصلتين على التوازي قيمة كل منهما 1,7 ohms

للتحكم فى قيمة التيار المار على الشريحة .

( ٤ ) جلفانومتر قذ فى مقاومته 14 ohms وحساسيته 24 mm/ uA

وتؤخذ القراءة عليه عند الحساسية  $x=1$

( ٥ ) مغناطيس كهربى عدد لفاته  $4900 \times 2$  ومقاومته من

0 — 126 ohms وعرض السلك الموضوع فيه 24 S.W. وشدة الفيض

المغناطيسى له متغير معتمدا على قيمة التيار المار فى الملف .

( ٦ ) عدد ٢ مقياس للتيار الكهربى احدهما لقياس شدة التيار على

شريحة الفضة وتدرجه من 1 — 30 Amp. والآخر لقياس شدة التيار

على المغناطيس الكهربى وتدرجه 0 - 1 Amp.

( ٧ ) مفتاح عاكس يعكس اتجاه التيار .

ملحوظة :

( ١ ) دائرة التيار على الشريحة مع المغناطيس الكهربى موضحة فى

شكل (9) .

( ٢ ) دائرة تيار المغناطيس الكهربى موضحة فى الصورة الفوتوغرافية

شكل رقم (8) .

خطوات عمل التجربة :

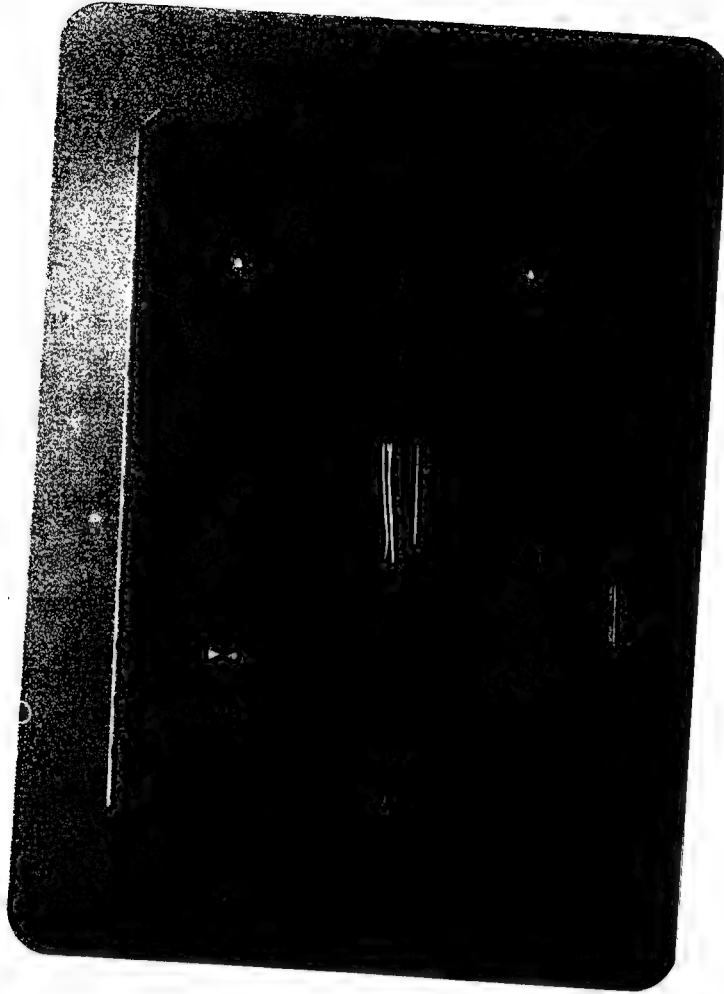
نصل التجربة كما فى شكل (6) وشكل (7) ثم نصل الجلفانومتر بالمنبع فتظهر البقعة المضيئة على التدريج نضع التدريج على short ونضبط البقعة على الصفر ثم نحول الحساسية على  $x=1$  . نمرر تيار كهربى خلال العينة ولتكن شدته 5 Amps. بالاستعانة بالمقاومات B الموصلة على التوازي وفرق الجهد المأخوذ من مصدر الجهد الكهربى المستمر المستخدم . عند مرور تيار فى الشريحة تتحرك البقعة المضيئة لذا نحاول اعادتها الى الصفر فى التدريج وذلك بواسطة المقاومة A الموضوعة فى وحدة شريحة الفضة . نمرر تيار كهربى مناسباً فى المغناطيس الكهربى ونسجل شدته ثم نثبت هذا التيار الممغنط خلال أخذ القراءات وليكن فى حدود 0.3 Amp. ونحصل على قيمة الفيض المغناطيسى B بواسطة المفتاح العاكس . ثم نسجل قراءة الجلفانومتر فى الاتجاه الآخر عدة مرات ونحصل على متوسط الانحراف .

لايجاد جهد هول  $V_H$  من النتائج التى حصلنا عليها نعوض فى

المعادلة التالية :

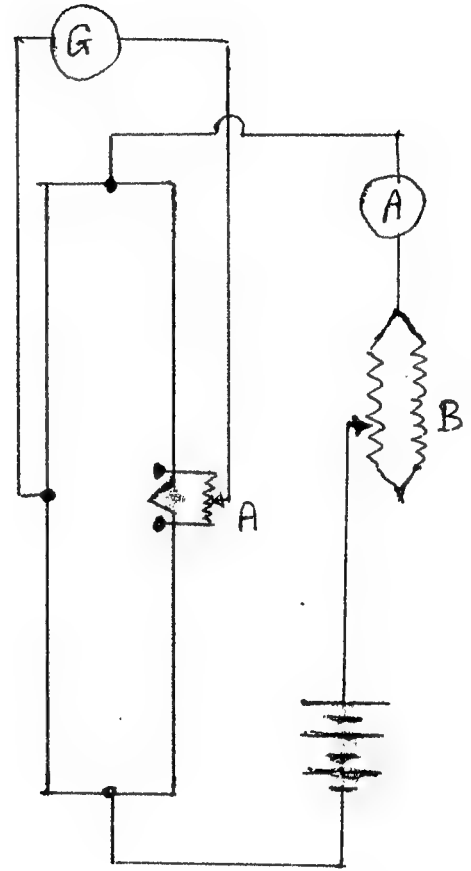
$$V_H = \frac{\text{متوسط الانحراف}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} \times \text{مقاومة الجلفانومتر}$$

$$V_H = \frac{\theta}{K} \times R$$



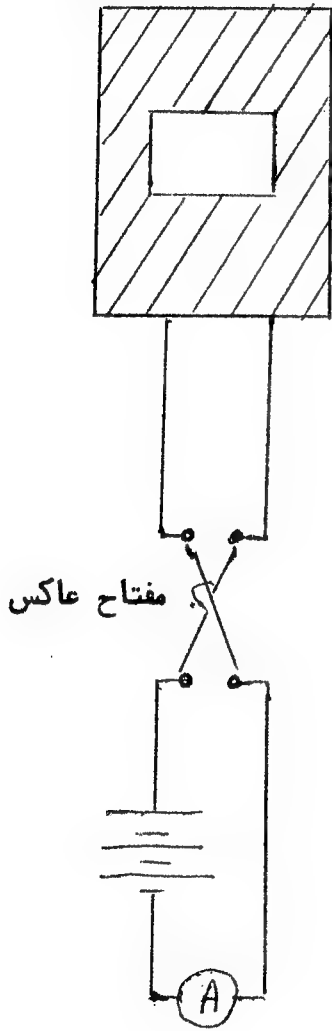
شكل رقم (5) : وحدة شريحة الفضة ويظهر عليها الشق  
على شكل V والاسلاك المتصلة به .

## دائرة الشريحة

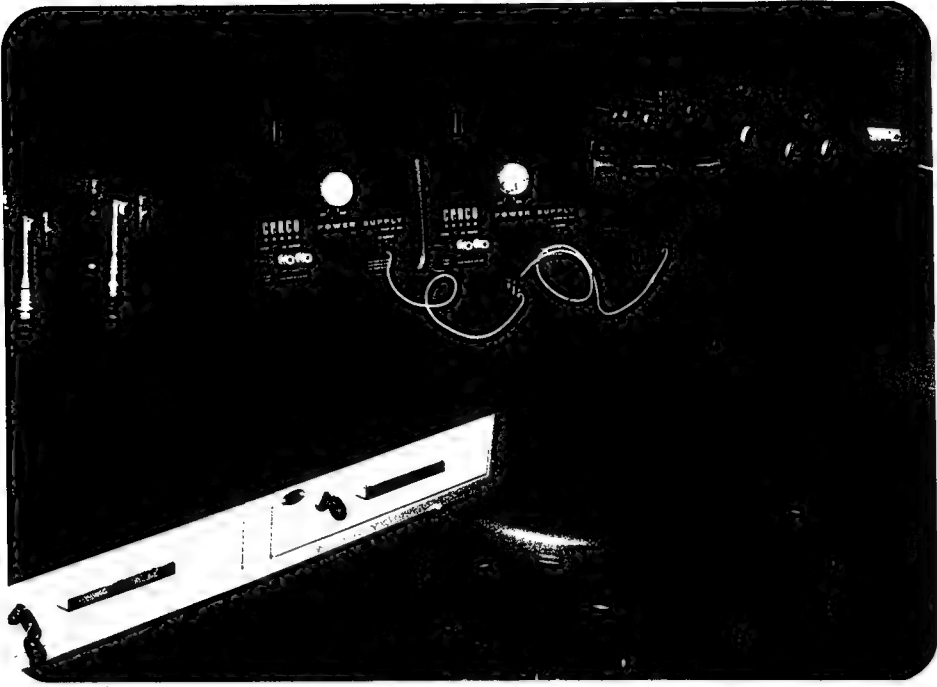


شكل رقم (6)

## المغناطيس الكهربى



شكل رقم (7)



شكل رقم (8): هذا الشكل يظهر فيه دائرة المغناطيس الكهربى فقط



شكل رقم (9): دائرة المغناطيس الكهربى والدائرة الكهربائية للشريحة .

ثالثا : شريحة الألمنيوم :

وتنقسم الى قسمين :

أولا : شريحة الألمنيوم على شكل مستطيل كما فى شكل (10)

ثانيا : شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف كما فى شكل (11)

أولا : شريحة الألمنيوم على شكل مستطيل

نظرا لاننا نريد دراسة أثر هول بواسطة مغناطيس طبيعى الى جانب دراسته بالمجال المغناطيسى الكهربى لذلك عمدنا الى عمل وحدة مشابهة وحدة شريحة الفضة ولكننا أبقينا فتحة فى الجزء القريب من شريحة الألمنيوم وذلك لدخول المغناطيس الطبيعى وخروجه كما فى الصورة الفوتوغرافية رقم (10) والوحدة عبارة عن هيكل من معدن الألمنيوم وبه عدة ثقوب لتوصيلات الكهربائية كما يوجد به فتحة بعرض  $0.038 \text{ m}$  وطول  $0.09 \text{ m}$  لوضع شريحة رقيقة من الألمنيوم فيها ويوجد فى طرفى الفتحة مسامير لشد الشريحة بحيث تبقى مشدودة ومستوية المغناطيس الطبيعى المستخدم فيضه يساوى  $B = 62 \times 10^{-3} \text{ T}$  والمغناطيس الكهربى هو نفس المغناطيس الكهربى المستخدم فى شريحة الفضة والموضحة دائرته فى الصورة الفوتوغرافية رقم (9) والموضح دائرته فى الشكل رقم (6) .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

( ١ ) الشكل رقم (5) يمثل الدائرة المستخدمة فى شريحة الألمنيوم

ويتركب من :

أ - الوحدة الموضوع به شريحة الألمنيوم ومتصل به مقاومة متغيرة

ذو ثلاث اطراف والشريحة موضوعة بحيث تكون مستوية ومشدود عليها

ثلاثة اسلاك اثنان منها موضوعين فى ثقب على حرف  $\nabla$  ومتصلين



بطرفى المقاومة المتغيرة بحيث يتصل الطرف الثالث من المقاومة  
بطرف الجلفانومتر أما السلك الثالث الموضوع على الشريحة فانه متصل  
بالطرف الثانى للجلفانومتر القذفى ويجب أن ينصف الفتحة  $\nabla$  التى  
متصل بها السلكين ويوازيهما تماما حتى نحصل على اتزان فى فرق الجهد  
على الشريحة فى الجلفانومتر القذفى .

ب - مغناطيس طبيعى أو كهربي .

ح - جلفانومتر قذفى مقاومته 14 ohms وحساسيته 24 mm/uA

د - مصدر للتيار الكهربي متصل بوحدة الشريحة على التوالى

ويجب عند دراسة أثر هول أن يكون التيار العار فى الشريحة من 5 - 25 Amps

أما الجهاز الذى استخدم فهو محول تيار متردد إلى مستمر

ويعطى ما مقداره 15 Amps كما هو موضح شكل الجهاز فى شكل رقم

واسمه Low Tension Power Supply

هـ - مقاومتين متغيرتين موصلتين على التوازي قيمة كل واحدة منها

لتحكم فى شدة التيار العار فى الشريحة .

و - مقياس للتيار عدد ( ٢ ) .

١ - يقيس من 1 - 30 Amps ويوضع فى دائرة الشريحة .

٢ - يقيس من 0 - 1.0 Amps ويوضع فى دائرة المغناطيس

الكهربي .

ز - مفتاح عاكس يعكس اتجاه التيار .

### خطوات عمل التجربة :

تتبع نفس الخطوات التى ذكرت على شريحة الفضة .



شكل (10) : الوحدة المستخدمة لدراسة أثر هول على شريحة الألمنيوم  
والذى تم عمله فى المختبر لاستخدام المغناطيس الطبيعى  
والكهربى عليه ويمكن استخدامها لعناصر معدنية  
مختلفة باستبدال شريحة الألمنيوم بشريحة معدنية أخرى .

## ثانيا : شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف

### أ - اعداد الشريحة :

يتم اعداد الشريحة ( من الألمنيوم الرفيع جدا ) تبعا للرسم المرفق والابعاد المذكورة .

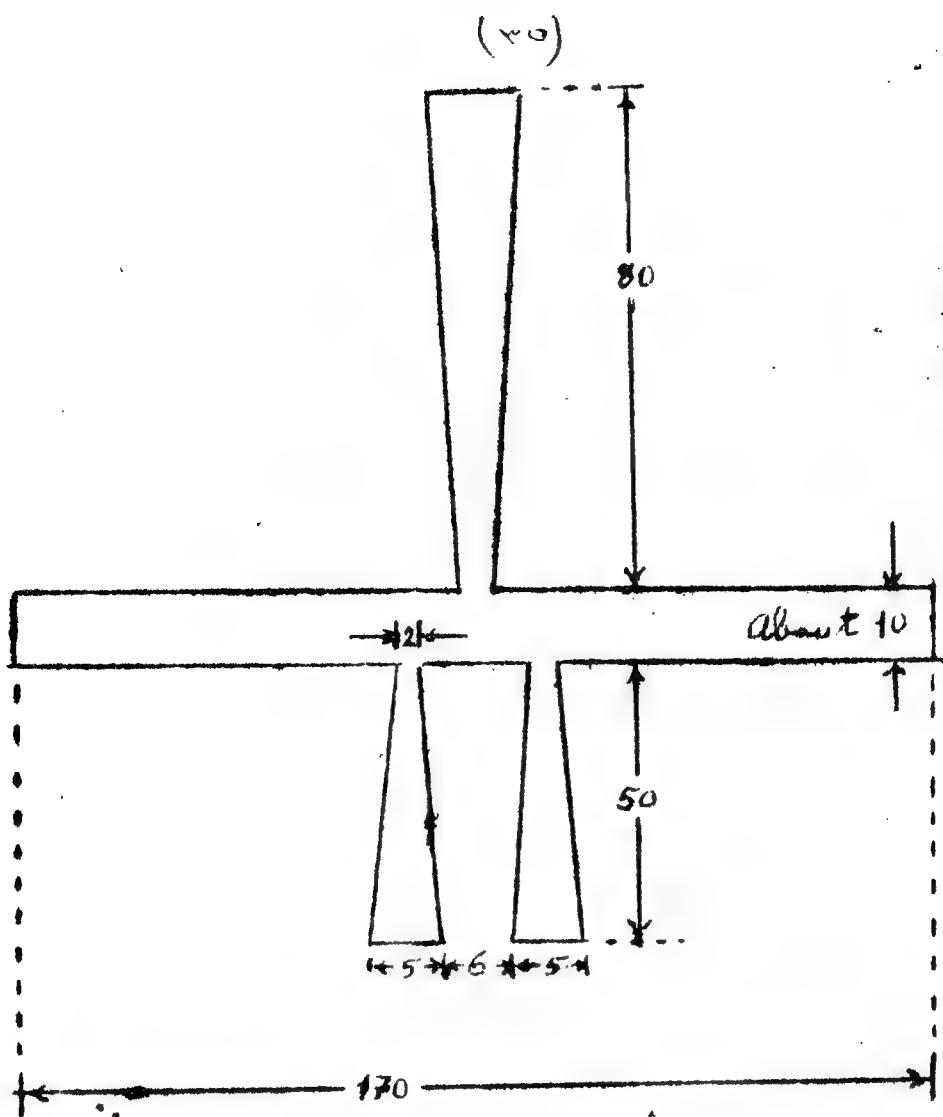
### ب - توصيل الدائرة وطريقة وضع الشريحة :

نك جميع مسامير التوصيل من القاعدة وأبعاد القطع المعدنية الموصلة الى الخارج حتى تصبح القاعدة خالية تماما وجاهزة لوضع الشريحة المعدنية الموصلة التي أعدت طبقا للخطوة (أ) . من شريحة البلاستيك الموجودة تقطع قطعتين  $90 \text{ mm} \times 130 \text{ mm}$  ثم نضع قطعة على قاعدة الجهاز الخالية لعزل النصف الأسفل من المغناطيس . نضع الشريحة المعدنية الموصلة طبقا للشكل (12) ثم نثبت القطع المعدنية الموصلة على اطرافها بدقة وعناية طبقا للشكل (12) أيضا والشكل (13) الصورة الفوتوغرافية ثم نضع قطعة البلاستيك الثانية فوق الشريحة الألمنيوم لتغطيتها بعناية ومن الممكن أن نضع قطعة من الورق اللاصق على طرف شريحة البلاستيك لتثبيتها جيدا . نثبت الملف المغناطيسي والنصف العلوي من المغناطيس على القاعدة جيدا بحيث ينطبق النصف العلوي مع النصف السفلي تماما شكل (14) الصورة الفوتوغرافية . نصل الدائرة كما في شكل (12) ثم نعاير الجلفانومتر القذفي على الصفر ثم نقفل المفتاح  $K$  وكذلك نقفل المفتاح  $K_3$  ليمر التيار  $5 \text{ Amp}$  في الشريحة وعن طريق المقاومة  $R_1$  نرجع البقعة المضيئة في الجلفانومتر الى الصفر . نقفل المفتاح  $K_2$  ليمر تيار المغناطيس  $2 \text{ Amp}$  في الملف ونقرأ الانحراف للجلفانومتر  $\theta_1$  ونسجل

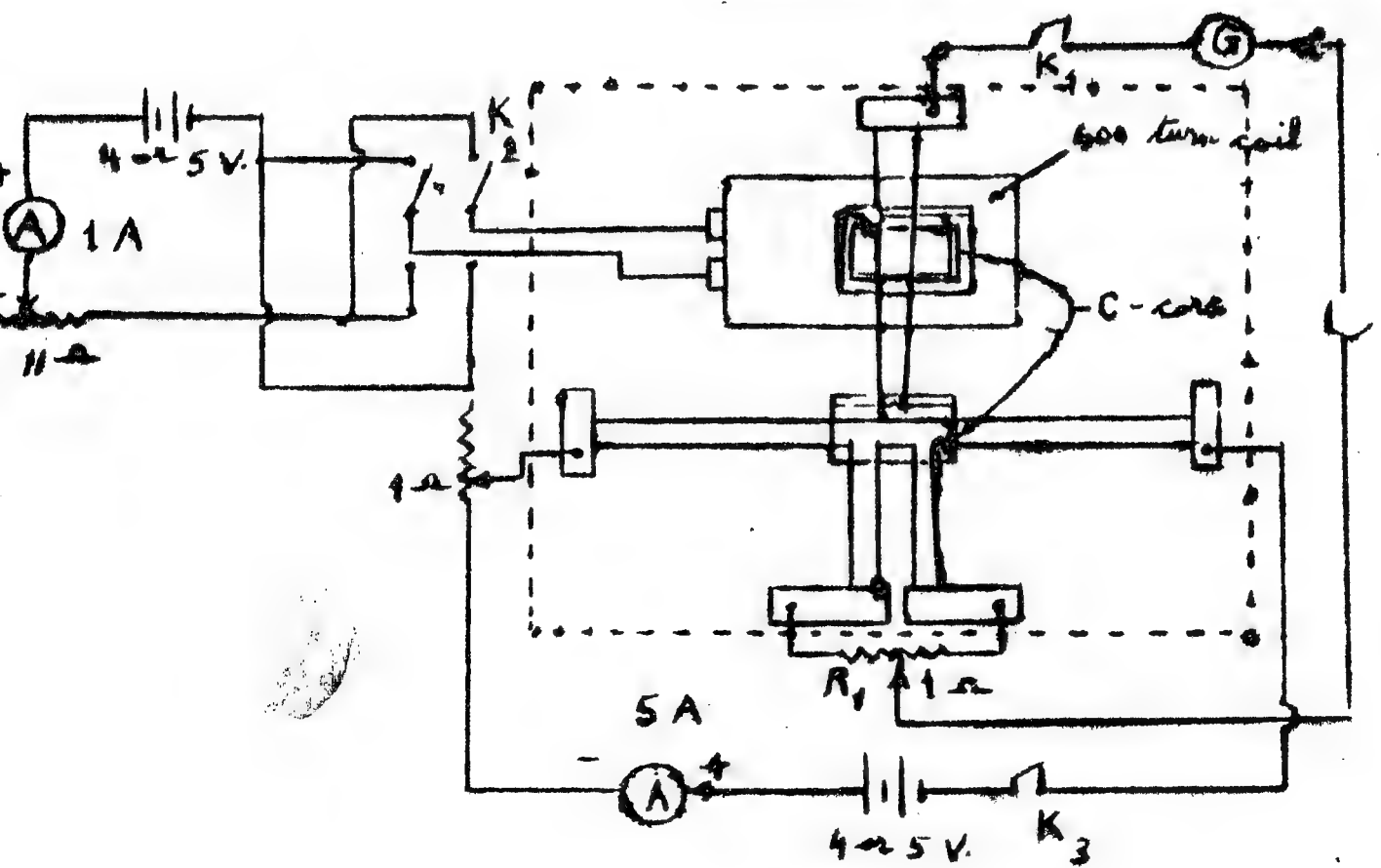
القراءة ثم نعكس التيار للمغنطيس ونقرأ الانحراف  $\theta_2$  . نعيد التجربة عدة مرات مع أننا نأخذ متوسط قراءة الجلفانومتر القذفي ثم بعد ذلك نقوم بفتح المفاتيح  $K_1$  ,  $K_2$  ,  $K_3$  .

### الأجهزة والأدوات المستخدمة :

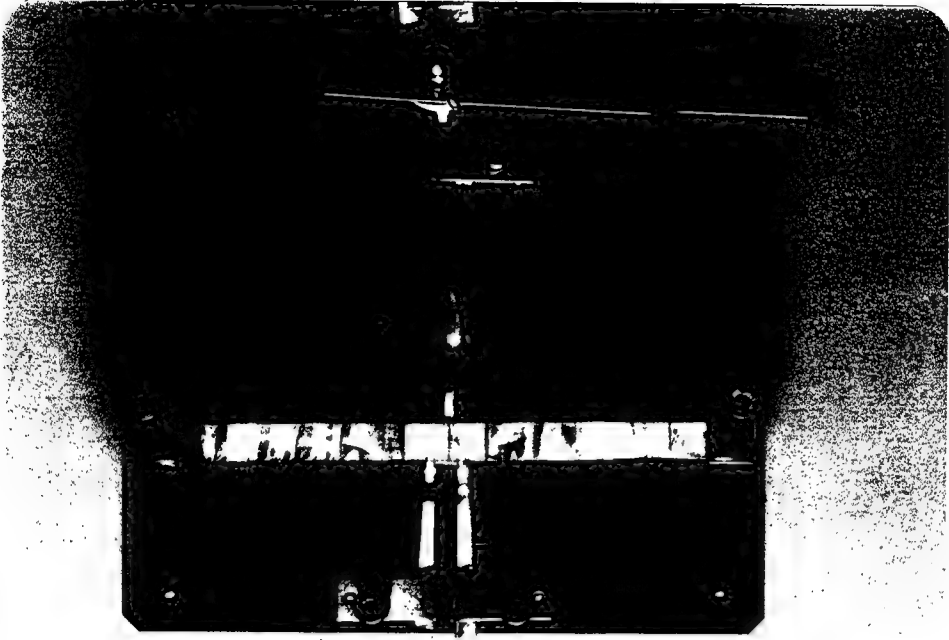
- أ - جهاز شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف وقد حصل عليه من شركة Griffin ويتركب من ملف مغناطيسى عدد لفاته 400 وسلك السلك المستخدم 4 mm ويتحمل تيار من 1 - 5 Amps
- ب - شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف موضوعة بحيث تكون فى قلب الملف المغناطيسى ويتصل الطرفين المتجاورين بالمقاومة المتغيرة ذو ثلاثة أطراف بحيث يتصل الطرف الثالث من أطراف المقاومة بالجلفانومتر القذفى . اما الطرف الثالث من اطراف الشريحة للألمنيوم فيتصل بالقطب الثانى من الجلفانومتر القذفى .
- ج - مصدر للتيار ( نفس المصدر المستخدم على شريحة الفضة والالمنيوم المستطيلتين والموضح فى شكل (9) ) .
- د - مقاومتين موصلتين على التوازي متصلة بمصدر التيار للتحكم فى شدة التيار قيمة كل واحدة منهما 1.7 ohm .
- هـ - مصدر للتيار يغذى المغنطيس الكهربى من 1 - 5 Amps
- و - مقياس للتيار عدد ( 2 ) .
- ( ١ ) يقيس من 1 - 3 Amps . يوصل على التوالى بين مغذى تيار الشريحة والشريحة نفسها .
- ( ٢ ) يقيس من 1 - 15 Amps . ويوصل على التوالى مع المغناطيس الكهربى .



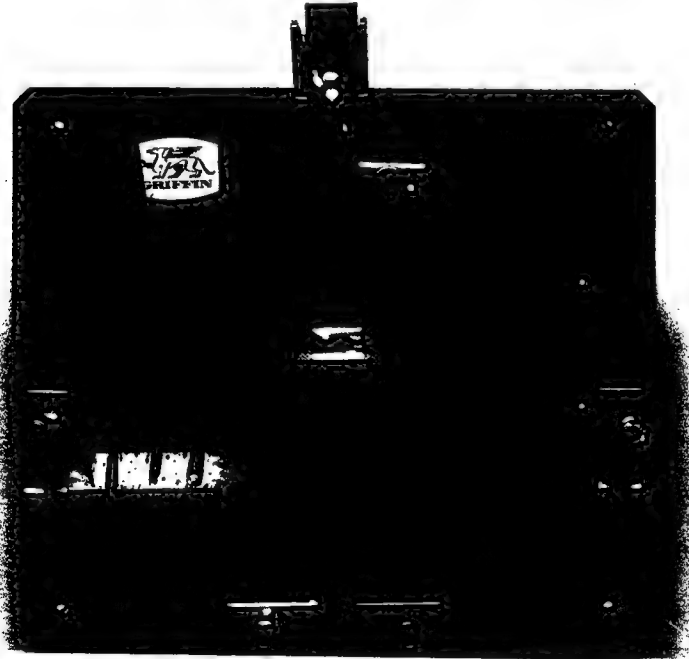
(11) ✓



(12) ✓



شكل 13 : شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف مقصوفة وموضوعة على الجهاز الخاصة بها .



شكل 14 : الشريحة وتقع في قلب المغناطيس الكهربى كما هو واضح

## " الفصل الرابع "

## " الفصل الرابع "

تمهيد :

فى هذا الباب دونت النتائج التى حصلنا عليها فى كل من الشرائح

التالية :

أ - شريحة الجرمانيوم

ب - شريحة الفضة

ج - شريحة الألمنيوم ذو الثلاث الأطراف

كما أرفقت مع النتائج الرسومات البيانية اللازمة والتعليقات عليها  
ونظرا لأننى لم أستطيع الحصول على نتائج مرضية على شريحة  
الألمنيوم ذات الشكل المستطيل لذلك لم أرفق لها أى نتائج كذلك فى  
بداية هذا الفصل تجد النتائج التى حصلنا عليها لثابت هول لثلاث  
المواد وكذلك كثافة الالكترونات .



جدول يوضح ثابت هول وكثافة الالكترونات التي أخذت في المعمل

اسم الشريحة	ثابت هول $R_H$	كثافة الالكترونات $N$
فضة	$0.020 \times 10^{-8}$	$0.31 \times 10^{29}$
جرمانيوم	$1.49 \times 10^{-5}$	$0.4194608 \times 10^{24}$
المنيوم	$0.020 \times 10^{-8}$	$0.31 \times 10^{29}$

ثابت هول لبعض العناصر التي حصل عليها هول

اسم العنصر	ثابت هول بالوحدات CGS	ثابت هول بالوحدات SI
فضة	$1.0 \times 10^{-24}$	$0.01 \times 10^{-24}$
المنيوم	$1.136 \times 10^{-24}$	$0.01135 \times 10^{-24}$

النتائج المعملية التي أخذت على شريحة الجرمانيوم بواسطة المغنطيس الطبيعي

$I$ التيار المار على الشريحة Amp.	$\theta$ الانحراف في الجلفانومتر	$V_H = \frac{\theta}{240} \times 14$ Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$
$0.2 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-2}$	$1.34 \times 10^{-5}$	$1.46 \times 10^{-5}$
0.4	$4.3 \times 10^{-2}$	$2.50 \times 10^{-5}$	$1.37 \times 10^{-5}$
0.6	$6.8 \times 10^{-2}$	$3.966 \times 10^{-5}$	$1.44 \times 10^{-5}$
0.8	$9 \times 10^{-2}$	$5.24 \times 10^{-5}$	$1.43 \times 10^{-5}$
1	$11 \times 10^{-2}$	$5.41 \times 10^{-5}$	$1.40 \times 10^{-5}$
1.5	$18.5 \times 10^{-2}$	$10.7 \times 10^{-5}$	$1.57 \times 10^{-5}$
2	$24 \times 10^{-2}$	$13.9 \times 10^{-5}$	$1.52 \times 10^{-5}$
2.5	$31 \times 10^{-2}$	$18.08 \times 10^{-5}$	$1.65 \times 10^{-5}$
3	$37 \times 10^{-2}$	$21.58 \times 10^{-5}$	$1.57 \times 10^{-5}$
3.4	$41 \times 10^{-2}$	$23.91 \times 10^{-5}$	$1.49 \times 10^{-5}$
4	$48 \times 10^{-2}$	$27.9 \times 10^{-5}$	$1.42 \times 10^{-5}$

القوانين المستخدمة لاجاد  $N, R_H$

$$R_H = \frac{V_H t}{I B}$$

$$t = 1.36 \times 10^{-5} \quad \text{سمك الشريحة}$$

$$B = 0.62 \times 10^3 \text{ Gause} \quad \text{الفيض}$$

$$= 62 \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$V_H = (\text{Volt}) \quad \text{جهد هول}$$

$$I = (\text{Amp}) \quad \text{التيار المار في الشريحة}$$

## التيار العارفي الشريحة

$$n = \frac{1}{R_{He}} \quad \text{كثافة الإلكترونات}$$

$$R_H = \frac{m^3}{c}$$

ثابت هول متر<sup>٣</sup>/كولوم

$$R_H = 1.49 \times 10^{-5}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19}$$

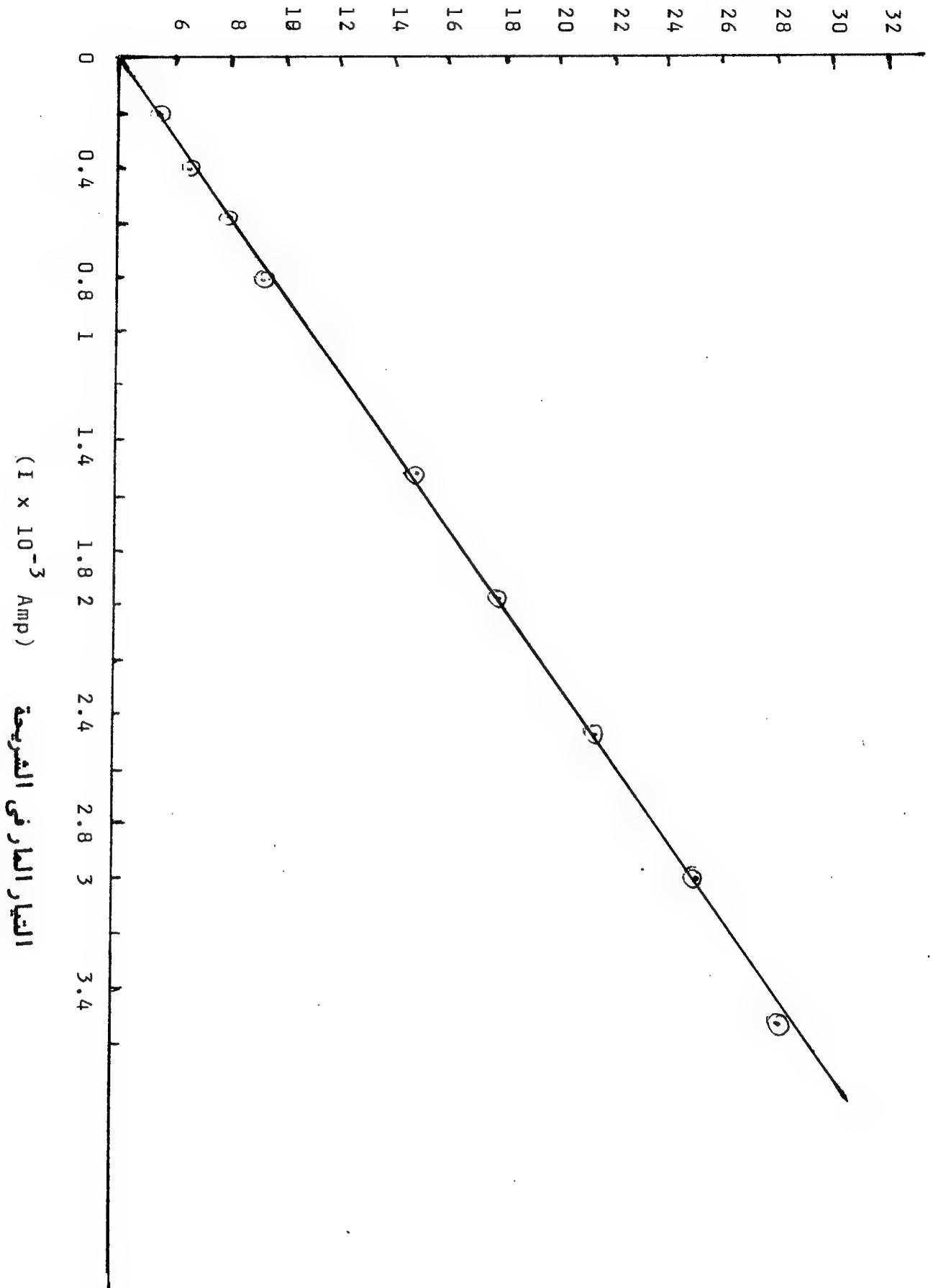
شحن الإلكترون

$$n = \frac{1}{1.49 \times 10^{-5} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$n = 0.41946081 \times 10^{24}$$

( ٤٢ )

جهد هول ( $V_H \times 10^{-5}$  volts)



شكل 15 : العلاقة بين جهد هول والتيار المار في شريحة الجرمانيوم

ملحوظات عامة :

عند رسم العلاقة بين  $V_H$  جهد هول بالفولت والتيار المار فى الشريحة وجدنا مايلى :  $I \text{ mAmp.}$

( ١ ) العلاقة تمثل فى جميع النتائج خط مستقيم وهذا يدلنا على أن العلاقة بين شدة التيار المار فى الشريحة ،  $V_H$  علاقة طردية .

( ٢ ) ينصح بعدم زيادة التيار على الشريحة عن  $30 \text{ mA.}$

( ٣ ) ثابت هول لشريحة الجرمانيوم حوالى

$$R_H = 1.49 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{c}}$$

( ٤ ) كثافة الالكترونات كانت

$$N = 0.41946087 \times 10^{24}$$

( ٥ ) درجة حرارة الغرفة اثناء التجربة  $28^{\circ}\text{m}$  .

النتائج العملية التي أخذت على شريحة الفضة حيث التيار على الملف المغناطيسي

$$B = 2.2 \text{ k gauss}$$

ثابت و تيار الشريحة متغير ( الفضة رقم 1 )

التيار المار الشريحة Amp.	الانحراف في الجلفانومتر m	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ كولوم / متر <sup>3</sup>
5	$0.1 \times 10^{-2}$	$0.058 \times 10^{-5}$	$0.010848 \times 10^{-8}$
8	$0.2 \times 10^{-2}$	$0.116 \times 10^{-5}$	$0.012 \times 10^{-8}$
11	$0.25 \times 10^{-2}$	$0.145 \times 10^{-5}$	$0.011 \times 10^{-8}$
14	$0.35 \times 10^{-2}$	$0.241 \times 10^{-5}$	$0.012 \times 10^{-8}$
15	$0.4 \times 10^{-2}$	$0.23 \times 10^{-5}$	$0.013 \times 10^{-8}$

$$0.02 \times 10^{-8}$$

ثابت بلانك هول حوالي

$$= 2.0 \times 10^{-10}$$

$$R_H = \frac{V_H t}{I B}$$

$$V_H = (\text{Volt}) \quad \text{جهد هول}$$

$$t = 1.94 \times 10^{-3} \quad \text{سمك الشريحة}$$

$$I = (\text{Amp}) \quad \text{التيار المار في الشريحة}$$

$$B = 22 \times 10^{-2} \text{ T} \quad \text{الفيض المغناطيسي}$$

كثافة الالكترونات في هذه الحالة

$$n = \frac{1}{R_H e}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19}$$

$$R_H = 0.0566 \times 10^{-8}$$

$$n = \frac{1}{2.0 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 0.31 \times 10^{29}$$

النتائج العملية التي أخذت على شريحة الفضة حيث التيار على الملف المغناطيسي  
ثابت والتيار على الشريحة متغير  
 $B = 3.4 \text{ Kg.}$

التيار على الشريحة Amp	الانحراف في الجلفانومتر m	$V_H = \frac{0}{24} \times 14$	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر <sup>٣</sup> /كولوم
5	$0.28 \times 10^{-2}$	$0.163 \times 10^{-5}$	$0.018 \times 10^{-8}$
8	$0.3 \times 10^{-2}$	$0.174 \times 10^{-5}$	$0.012 \times 10^{-8}$
10	$0.4 \times 10^{-2}$	$0.23 \times 10^{-5}$	$0.013 \times 10^{-8}$
11	$0.5 \times 10^{-2}$	$0.29 \times 10^{-5}$	$0.015 \times 10^{-8}$
12	$0.58 \times 10^{-2}$	$0.338 \times 10^{-5}$	$0.016 \times 10^{-8}$
13	$0.6 \times 10^{-2}$	$0.34 \times 10^{-5}$	$0.014 \times 10^{-8}$
14	$0.6 \times 10^{-2}$	$0.34 \times 10^{-5}$	$0.14 \times 10^{-8}$
15	$0.7 \times 10^{-2}$	$0.408 \times 10^{-5}$	$0.15 \times 10^{-8}$

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} = 2 \times 10^{-10}$$

$$B = 3.4 \text{ Kg}$$

$$= 34 \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$N = \frac{1}{R_H e}$$

$$= \frac{1}{2 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$N = 0.31 \times 10^{29}$$

النتائج العملية التي أخذت على شريحة الفضة حيث التيار على المغنطيس ثابت  
والتيار على شريحة الفضة متغير رقم (2)

التيار العار على الشريحة Amp	الانحراف في الجلفانومتر m	$V_H = \frac{0}{24} \times 14$ volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر / كولوم
5	$0.3 \times 10^{-2}$	$0.17 \times 10^{-5}$	$0.01696 \times 10^{-8}$
8	$0.5 \times 10^{-2}$	$0.29 \times 10^{-5}$	$0.01767 \times 10^{-8}$
11	$0.7 \times 10^{-2}$	$0.40 \times 10^{-5}$	$0.02167 \times 10^{-8}$
14	$0.9 \times 10^{-2}$	$0.52 \times 10^{-5}$	$0.01818 \times 10^{-8}$
15	$1 \times 10^{-2}$	$0.58 \times 10^{-5}$	$0.0188 \times 10^{-8}$

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \times 10^{-8} \frac{m^3}{c}$$

$$= 2 \times 10^{10}$$

$$t = 1.94 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$B = 0.4 \quad T = 40 \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$n = \frac{1}{Re} \quad e = 1.6 \times 10^{-19}$$

$$n = \frac{1}{2 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-18}} = 0.31 \times 10^{29}$$



النتائج العملية التي أخذت على شريحة الفضة حيث التيار على الملف المغناطيسي

$$B = 5,8 \text{ Kg}$$

ثابت والتيار على الشريحة متغير

I التيار على الشريحة Amp	θ الانحراف في الجلفانومتر m	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$	$R_H = \frac{m^3}{c} \text{ متر}^3 / \text{كولوم}$
5	$0.5 \times 10^{-2}$	$0.2916 \times 10^{-5}$	$0.019 \times 10^{-8}$
8	$0.8 \times 10^{-2}$	$0.46 \times 10^{-5}$	$0.030 \times 10^{-8}$
11	$1.1 \times 10^{-2}$	$0.64 \times 10^{-5}$	$0.019 \times 10^{-8}$
14	$1.5 \times 10^{-2}$	$0.87 \times 10^{-5}$	$0.02 \times 10^{-8}$
15	$1.6 \times 10^{-2}$	$0.93 \times 10^{-5}$	$0.02 \times 10^{-8}$

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8}$$

$$R_{Hs} = \frac{V_H t}{I B}$$

$$R = 2 \times 10^{-10}$$

$$V_H = (\text{volts}) \quad \text{جهد هول}$$

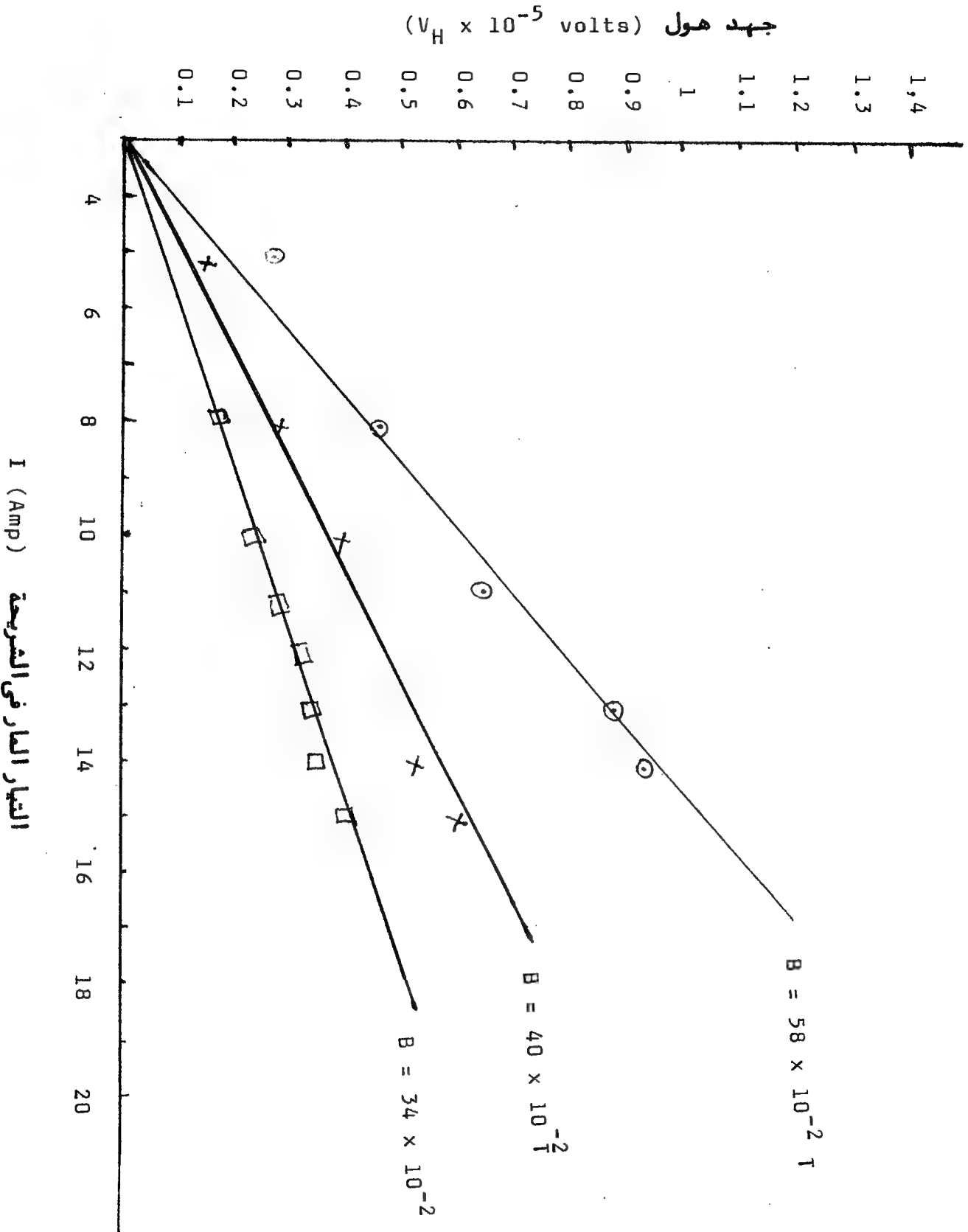
$$t = 1.94 \times 10^{-5} \quad \text{سمك الشريحة}$$

$$I = \text{Amp} \quad \text{التيار العار في الشريحة}$$

$$B = 58 \times 10^{-2} \text{ T} \quad \text{الفيض المغناطيسي}$$

$$n = \frac{1}{R_H e}$$

$$= \frac{1}{0.02 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 31.25 \times 10^{+27}$$



شكل 16 : العلاقة بين جهد هول والتيار المار في الشريحة لقيم مختلفة للمغناطيسي .

التعليق على النتائج :

من رسم العلاقة بين التيار المار فى الشريحة وجهد هول عند قيم مختلفة للفيض المغناطيسى نجد مايلى :

( ١ ) كانت النتائج متردية عندما كان شدة التيار على المغناطيس

$$B = 22 \times 10^{-2} \text{ T} \quad \text{الكهربى ضعيف أى } B \text{ أقل من}$$

( ٢ ) النتائج كانت سليمة وممتازة عندما كان الفيض المغناطيسى أكبر

من القيم السابقة حيث أعطتنا النتائج خط مستقيم وظهر من هذا الخط

فرض هول ( كلما زاد التيار زاد فرق جهد هول ) لذا يجب أن يكون

قيمة التيار المار فى الشريحة اكبر من 5 Amps. حيث أنه عند استخدام

تيار أصغر من ذلك لم يظهر أى انحراف ملحوظ فى الجلفانومتر ولذلك يجب

استخدام قيم كبيرة للتيار المار فى الشريحة .

( ٣ ) ثابت هول فى النتائج حوالى

$$R_H = 2 \times 10^{-10} \text{ متر}^2/\text{كولوم} \cdot \text{م}^3/\text{C}$$

( ٤ ) كثافة الالكترونات

$$0.31 \times 10^{29} \cdot \frac{1}{\text{م}^3}$$

النتائج المعملية التي أخذت على شريحة الفضة عند تثبيت التيار المار في الشريحة على 5 Amps. وتغيير قيم الفيض المغناطيسى .

الفيض المغناطيسى T	الانحراف في الجلفانومتر متر m	$V_H = \frac{0}{24} \times 14$ Volt	متر <sup>3</sup> / كولوم $R_H = \frac{m^3}{c}$
$22 \times 10^{-2}$	$0.2 \times 10^{-2}$	$0.116 \times 10^{-5}$	$0.020 \times 10^{-8}$
$38 \times 10^{-2}$	$0.3 \times 10^{-2}$	$0.174 \times 10^{-5}$	$0.017 \times 10^{-8}$
$48 \times 10^{-2}$	$0.45 \times 10^{-2}$	$0.262 \times 10^{-5}$	$0.02 \times 10^{-8}$
$52 \times 10^{-2}$	$0.5 \times 10^{-2}$	$0.291 \times 10^{-5}$	$0.02 \times 10^{-8}$
$55 \times 10^{-2}$	$0.6 \times 10^{-2}$	$0.349 \times 10^{-5}$	$0.02 \times 10^{-8}$

$$R_H = \frac{V_H t}{I B}$$

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \frac{m^3}{c} \quad \text{متر}^3 / \text{كولوم}$$

$$t = 1.94 \times 10^{-5} \text{ m} \quad \text{سمك الشريحة}$$

$$I = 5 \text{ Amp} \quad \text{التيار الثابت على الشريحة}$$

$$V_H = (\text{Volts}) \quad \text{جهد هول}$$

$$B = \text{Tesla} \quad \text{الفيض المغناطيسى متغير}$$

$$N = \frac{1}{R_{He}}$$

$$N = \frac{1}{0.02 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 31.25 \times 10^{27} \quad \frac{1}{m^3}$$

$$0.31 \times 10^{29}$$

النتائج العملية التي أخذت على شريحة الفضة حيث ثبتنا التيار العار في  
الشريحة على 10 Amps وغيرنا الفيض المغناطيسي

الفيض المغناطيسي Tesla	$\theta$ الانحراف في الجلفانومتر بالمتر	$V_H = \frac{\theta}{14} \times 14$ بالفولت Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر <sup>٣</sup> /كولوم
$22 \times 10^{-2}$	$0.3 \times 10^{-2}$	$0.174 \times 10^{-5}$	$0.015 \times 10^{-8}$
$38 \times 10^{-2}$	$0.6 \times 10^{-2}$	$0.349 \times 10^{-5}$	$0.017 \times 10^{-8}$
$48 \times 10^{-2}$	$0.85 \times 10^{-2}$	$0.495 \times 10^{-5}$	$0.02 \times 10^{-8}$
$52 \times 10^{-2}$	$0.9 \times 10^{-2}$	$0.524 \times 10^{-5}$	$0.019 \times 10^{-8}$
$55 \times 10^{-2}$	$0.1 \times 10^{-2}$	$0.641 \times 10^{-5}$	$0.02 \times 10^{-8}$

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \frac{m^3}{c} \quad \text{متر}^3/\text{كولوم}$$

$$N = \frac{1}{R_{He}} = \frac{1}{0.02 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 31.25 \times 10^{29}$$

$$0.31 \times 10^{29} m^{-3}$$

النتائج المعملية التي أخذت على شريحة الفضة عند تثبيت التيار العار في الشريحة على 15 أمبير وتغيير الفيض المغناطيسي B

الفيض المغناطيسي بالتسلا Tesla	الانحراف في الجلفانومتر بالمتر m	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ بالفولت Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر <sup>3</sup> /كولوم
$12 \times 10^{-2}$	$0.25 \times 10^{-2}$	$0.14583 \times 10^{-5}$	$0.015 \times 10^{-8}$
$22 \times 10^{-2}$	$0.5 \times 10^{-2}$	$0.2916 \times 10^{-5}$	$0.017 \times 10^{-8}$
$32 \times 10^{-2}$	$0.8 \times 10^{-2}$	$0.46 \times 10^{-5}$	$0.018 \times 10^{-8}$
$34 \times 10^{-2}$	$0.85 \times 10^{-2}$	$0.49 \times 10^{-5}$	$0.018 \times 10^{-8}$
$38 \times 10^{-2}$	$0.8 \times 10^{-2}$	$0.46 \times 10^{-5}$	$0.018 \times 10^{-8}$
$4 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$0.58 \times 10^{-5}$	$0.015 \times 10^{-8}$
$48 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$0.69 \times 10^{-5}$	$0.018 \times 10^{-8}$
$52 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$0.758 \times 10^{-5}$	$0.018 \times 10^{-8}$
$58 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$0.93 \times 10^{-5}$	$0.028 \times 10^{-8}$

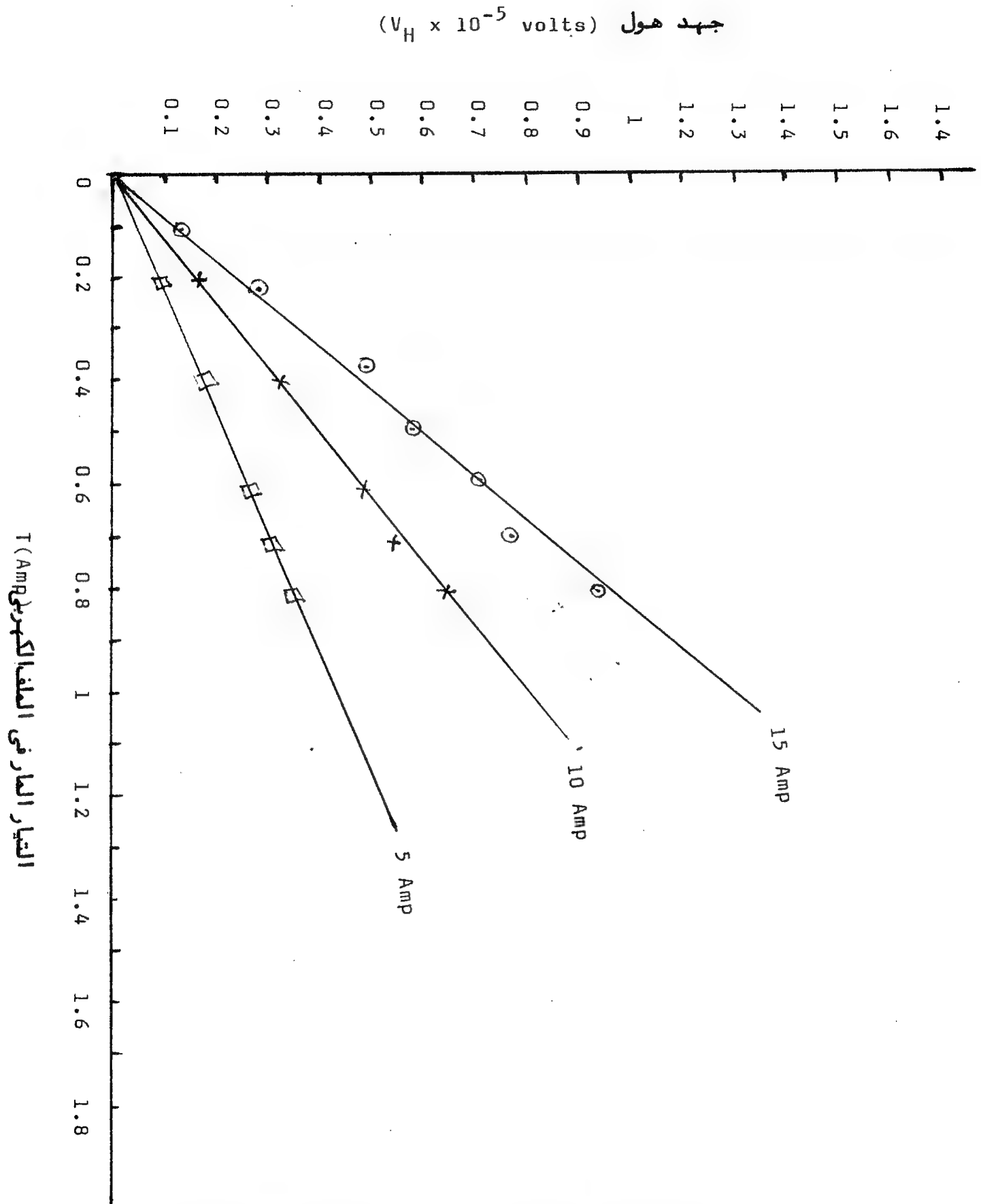
$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \frac{m^3}{c}$$

$$= 2 \times 10^{-10}$$

$$N = \frac{1}{R_{He}} = \frac{1}{0.02 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$N = 31.722 \times 10^{+27} m^{-3}$$

$$= 0.31 \times 10^{-29} m^{-3}$$



شكل 17 : العلاقة بين جهد هول والتيار المار في الملف الكهربى

التعليق على النتائج :

من رسم العلاقة بين  $V_H$  جهد هول والفيض المغناطيسى على شريحة الفضة مع تثبيت التيار المار فى الشريحة فى كل تجربة وجدنا مايلى :

- ( ١ ) العلاقة فى كل النتائج تمثل خط مستقيم .  
 ( ٢ ) يرتفع المنحنى عند نقطة الاصل فى حالة ما يكون التيار الثابت على الشريحة من 5 Amps .

- ( ٣ ) يبدأ الخط المستقيم من نقطة الاصل نقطة التقاء x.y عند 8 - 15 Amps/ وهذا دليل على مايلى :  
 أ - النتائج سليمة اذا كان التيار على الشريحة من 8 - 15 Amps .  
 ب - النتائج متردية اذا كانت النتائج من 1 - 7 Amps .

( ٤ ) متوسط ثابت هول هو :

$$R_H = 0.0193 \times 10^{-8} \frac{m^3}{c}$$

وبالتقريب يصبح  $0.02 \times 10^{-8} \frac{متر^3}{كلم}$

( ٥ ) كثافة الالكترونات هى :

$$N = 3.4 \times 10^{27}$$

وبالتقريب

$$0.31 \times 10^{29} m^{-3}$$



نتائج التجارب المعملية التي أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف  
في حالة تثبيت التيار المار في الشريحة على 5 Amps وتغيير الفيض المغناطيسي

الفيض المغناطيسي بالتسلا Tesla	الانحراف في الجلفانومتر بالمتر m	$V_H = \frac{0}{24} \times 14$ بالفولت Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ كولوم / متر <sup>٣</sup>
$6 \times 10^{-2}$	$0.8 \times 10^{-2}$	$0.46 \times 10^{-5}$	$0.061 \times 10^{-8}$
$12 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$0.93 \times 10^{-5}$	$0.028 \times 10^{-8}$
$18 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.283 \times 10^{-5}$	$0.027 \times 10^{-8}$
$22 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.283 \times 10^{-5}$	$0.046 \times 10^{-8}$
$28 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.283 \times 10^{-5}$	$0.036 \times 10^{-8}$

### ثوابت التجربة :

سمك الشريحة  $t = 4 \times 10^{-5} \text{ m}$

التيار المار في الشريحة  $I = 5 \text{ Amp}$

شحنة الالكترون  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

نتائج التجارب المعملية على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف فى حالة ثبات التيار المار فى الشريحة على 10 Amp. وتغيير الفيض المغناطيسى .

الفيض المغناطيسى بالتسلا Tesla	الانحراف فى الجلفانومتر بالمتر m	$V_H = \frac{R}{24} \times 14$ بالفولت Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر <sup>٣</sup> /كولوم
$6 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^{-2}$	$1.16 \times 10^{-5}$	$0.077 \times 10^{-8}$
$12 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-5}$	$0.076 \times 10^{-8}$
$18 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$	$2.16 \times 10^{-5}$	$0.0648 \times 10^{-8}$
$22 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$	$2.916 \times 10^{-5}$	$0.053 \times 10^{-8}$
$28 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$	$2.916 \times 10^{-5}$	$0.0416 \times 10^{-8}$

### ثوابت التجربة :

سمك الشريحة  $t = 4 \times 10^{-5} \text{ m}$

$B =$  متغير

تيار على الشريحة  $I = 10 \text{ Am}; .$

$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

التجارب المعملية التي أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف عند تثبيت التيار العارفي الشريحة على 15 Amp. وغيرونا الفيض المغناطيسي

الفيض المغناطيسي بالتسلا Tesla	الانحراف في الجلفانومتر m	$V_H = \frac{0}{24} \times 14$ بالفولت volts	متر <sup>3</sup> /كولوم $R_H = \frac{m^3}{c}$
$6 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-5}$	$0.1035 \times 10^{-8}$
$12 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$	$2.916 \times 10^{-5}$	$0.0647 \times 10^{-8}$
$18 \times 10^{-2}$	$6 \times 10^{-2}$	$3.49 \times 10^{-5}$	$0.0517 \times 10^{-8}$
$22 \times 10^{-2}$	$8 \times 10^{-2}$	$4.66 \times 10^{-5}$	$0.0564 \times 10^{-8}$
$28 \times 10^{-12}$	$8.5 \times 10^{-2}$	$4.958 \times 10^{-5}$	$0.0471 \times 10^{-8}$

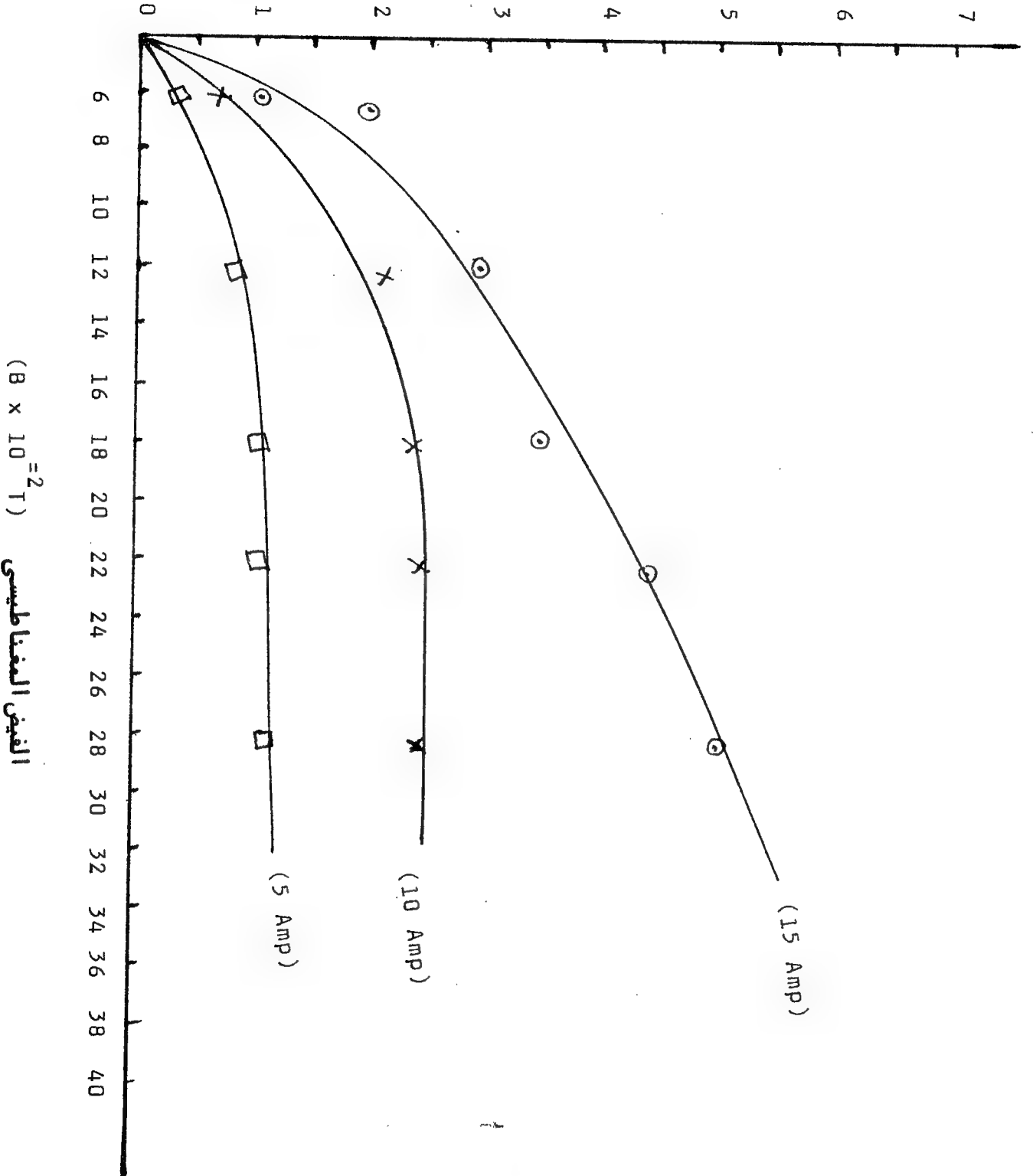
ثوابت التجربة :

$t = 4 \times 10^{-5} \text{ m}$  سمك الشريحة

$B =$  متغير

$I = 15 \text{ Amp.}$  التيار الثابت على الشريحة

جهد هول  $(V_H \times 10^{-3} \text{ volts})$



شكل 18 : العلاقة بين جهد هول والفيض المغناطيسي عند قيم مختلفة للتيار المار في شريحة الألمنيوم مختلفة .

التعليق على النتائج :

من رسم العلاقة بين جهد هول على محور  $y$  والفيض المغناطيسى على محور  $x$  لعدة تيارات ثابتة على الشريحة وجدنا مايلى :

( ١ ) يكون التيار فرق جهد هول ثابتا عندما يكون التيار على الشريحة من 5 - 10 Amps/ وذلك ابتداء من النقطة التى يكون الفيض المغناطيسى  $12 \times 10^{-2} T$ .

( ٢ ) تأخذ النتائج الخط المستقيم فى حالة ما يكون التيار على الشريحة 15 Amps وهذا دليل على أحسن تيار يؤخذ عند 15 Amps.

( ٣ ) متوسط ثبوت هول لجميع النتائج الثلاث السابقة هى أى عنسد تغير الفيض المغناطيسى وتيار الشريحة .

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \\ = 2 \times 10^{-10}$$

( ٤ ) متوسط كثافة الالكترونات للنتائج السابقة هى

$$N = 0.13 \times 10^{29}$$

( ٥ ) أجريت التجارب عند درجة حرارة  $27^{\circ}m$  .

نتائج التجارب العملية التي أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف  
في حالة ثبوت الفيض المغناطيسي على  $8 \times 10^{-2} \text{ T}$  وتغيير التيار على الشريحة .

التيار العارفي الشريحة Amp	$\theta$ الانحراف في الجلفانومتر m	$V_H = \frac{0}{24} \times 10$ بالفولت Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر <sup>٣</sup> /كولوم
5	$1.8 \times 10^{-2}$	$1.049 \times 10^{-5}$	$0.104 \times 10^{-8}$
6	$2 \times 10^{-2}$	$1.16 \times 10^{-5}$	$0.096 \times 10^{-8}$
7	$2.5 \times 10^{-2}$	$1.14 \times 10^{-5}$	$0.10 \times 10^{-8}$
8	$2.8 \times 10^{-2}$	$1.63 \times 10^{-5}$	$0.1018 \times 10^{-8}$
9	$3 \times 10^{-2}$	$1.749 \times 10^{-5}$	$0.097 \times 10^{-8}$
10	$4 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-5}$	$0.115 \times 10^{-8}$
11	$4 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-5}$	$0.115 \times 10^{-8}$
12	$4 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-5}$	$0.115 \times 10^{-8}$

### الثابت في التجربة :

$$t = 4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$B = 0.8 \text{ Kg}$$

$$= 8 \times 10^{-2} \text{ T}$$

نتائج التجارب العملية التي أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف  
في حالة تثبيت الفيض المغناطيسي على (  $12 \times 10^{-2}$  Tesla ) و تيار الشريحة  
متغير

I التيار العار في الشريحة بالأمبير Amp	<sup>0</sup> الانحراف في الجلفانومتر بالمتر m	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ بالفولت Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ كولوم / متر <sup>3</sup>
5	$1.5 \times 10^{-2}$	$0.8749 \times 10^{-5}$	$0.582 \times 10^{-8}$
8	$2.8 \times 10^{-2}$	$1.63 \times 10^{-5}$	$0.679 \times 10^{-8}$
10	$3.4 \times 10^{-2}$	$1.983 \times 10^{-5}$	$0.660 \times 10^{-8}$
12	$3.2 \times 10^{-2}$	$1.983 \times 10^{-5}$	$0.516 \times 10^{-8}$
14	$4 \times 10^{-2}$	$1.86 \times 10^{-5}$	$0.554 \times 10^{-8}$
15	$3.5 \times 10^{-2}$	$2.33 \times 10^{-5}$	$0.7128 \times 10^{-8}$

#### الثابت في التجربة :

$$t = 4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$B = 12 \times 10^{-2} \text{ Tesla}$$

نتائج التجارب العملية التي أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف في حالة تثبيت الفيض المغناطيسى على  $( 22 \times 10^{-2} \text{ T} )$  وتغيير تيار الشريحة .

التيار على الشريحة بالأمبير Amp	الانحراف في الجلفانومتر بالمتر m	$V_H = \frac{\theta}{42} \times 14$ بالفولت Volts	متراً / كولوم $R_H = \frac{m^3}{c}$
5	$2 \times 10^{-2}$	$1.66 \times 10^{-5}$	$0.06 \times 10^{-8}$
8	$3.5 \times 10^{-2}$	$2.0416 \times 10^{-5}$	$0.046 \times 10^{-8}$
10	$4.5 \times 10^{-2}$	$3.149 \times 10^{-5}$	$0.057 \times 10^{-8}$
12	$5 \times 10^{-2}$	$2.916 \times 10^{-5}$	$0.044 \times 10^{-8}$
14	$7 \times 10^{-2}$	$4.083 \times 10^{-5}$	$0.053 \times 10^{-8}$
15	$8 \times 10^{-2}$	$4.66 \times 10^{-5}$	$0.056 \times 10^{-8}$

### ثوابت التجربة :

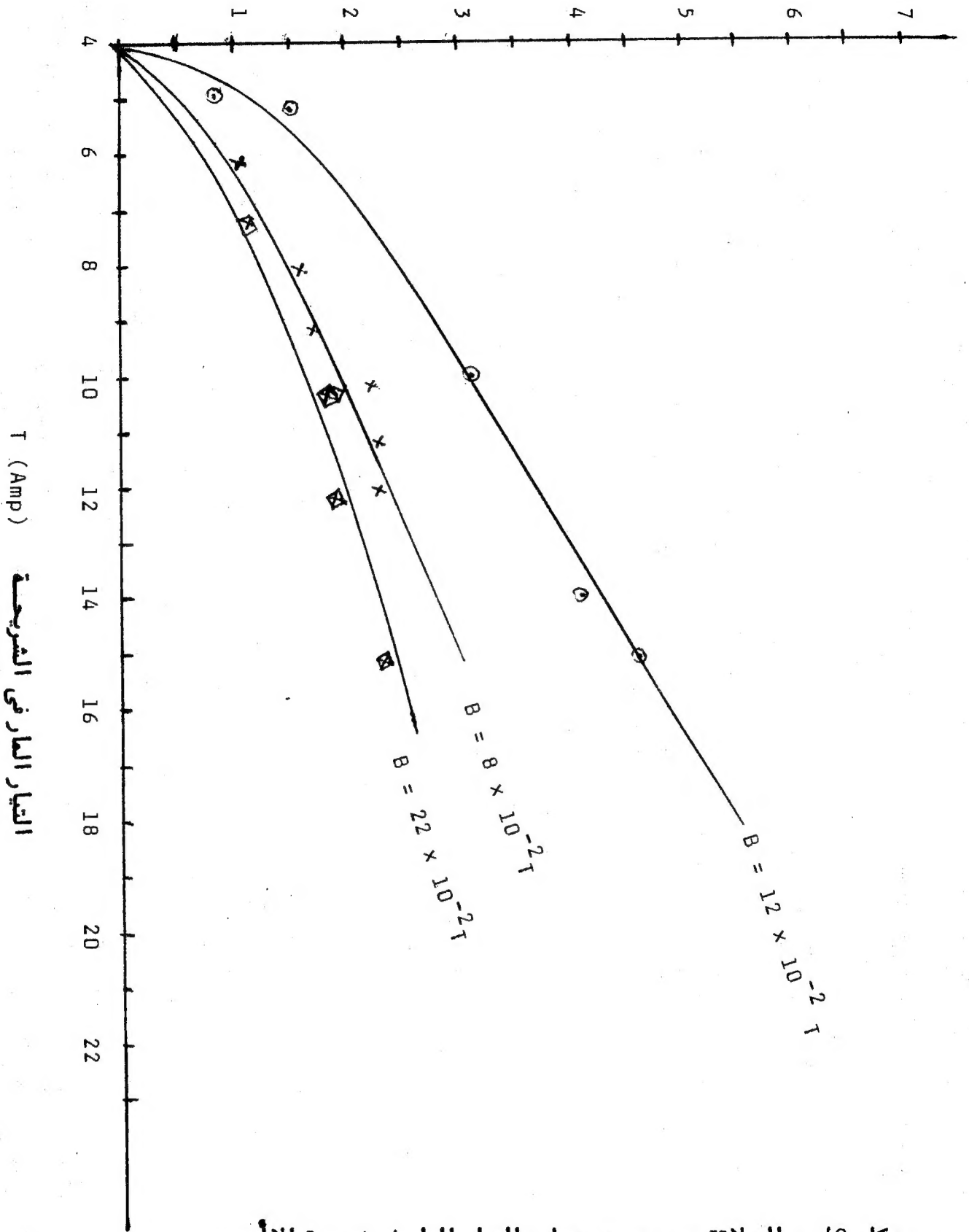
$$t = 4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$B = 22 \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$



جهد هول ( $V_H \times 10^{-5}$  volts)



شكل ١٩ : العلاقة بين جهد هول والتيار المار في شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة اطراف بقيم مختلفة للمغناطيسي .

التعليق على النتائج :

من رسم العلاقة بين فرق جهد هول والتيار العارفى الشريحة  
عند ثبات الفيض المغناطيسى عند عدة قراءات اتضح مايلى :

- ( ١ ) جميع العلاقات تمثل خط مستقيم .  
( ٢ ) أنسب خط الى عدم التشتت هو عند الفيض المغناطيسى

$$B = 22 \times 10^{-2} \text{ T}$$

- ( ٣ ) يتضح أنه كلما زاد الفيض المغناطيسى كلما قل التشتت وظهر  
ثابت هول واضحا والعلاقة الطردية التى تربط جهد هول  
بالتيار على شكل خط مستقيم .

لذا يفضل استخدام تيار عالى يمر فى الشريحة مع وجود مجال  
مغناطيسى قوى قيمته أعلى من  $22 \times 10^{-2} \text{ Tesla}$

( ٤ ) القراءات التى أخذت عند

$$B = 8 \times 10^{-2} \text{ Tesla}$$

$$B = 12 \times 10^{-2} \text{ Tesla}$$

غير دقيقة وتعتبر القراءة عند

$$B = 22 \times 10^{-2} \text{ Tesla}$$

أقرب الى الدقة ومنه نأخذ متوسط قيمة ثابت هول ويكون

$$R_H = 0.27 \times 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{c}}$$

$$N = 0.13 \times 10^{29} \text{ m}^{-3}$$

## الخاتمة

إذا كان لى كلمة ختام فى هذا البحث هى أننى قمت ببعض التجارب العملية فمنها ما نجح وأعطى نتائج يعون الله تعالى ومنها ما أخفق ومن بين التجارب التى نجحت تجربة الجرمانيوم وقد أوردت نتائجها وكذلك شريحة الفضة وأوردت نتائجها وكذلك شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة أطراف وأوردت نتائجها وأما التجارب التى أخفقت فيها فهى تجربة الألمنيوم على شكل مستطيل وأننى أومن بأن الاخفاض هو السبيل الى النجاح ونظرا لضيق الوقت ولانتهاء العام الدراسى ١٤٠١ / ١٤٠٢ هـ ولم أتمكن من الحصول عن سبب الاخفاق فأننى أترك هذا البحث بعد أن دوت جميع الأشياء التى يجب استخدامها والاحتياطات اللازمة لكل تجربة للدراسة فى السنوات المقبلة والله ولى التوفيق . . .

غرم الله الغامدى

## قائمة المراجع والمصادر

### أ - المراجع العربية :

- ( ١ ) دكتور منصور محمد حسب النبی - الکهریة والغناطیسیة لطلاب الجامعات والمعاهد العلیا - مکتبة النهضة المصریة لأصحابها محمد وأولاده ٩ شارع عدلی باشا - القاهرة - الطبعة الثالثة ١٩٧٩ م .
- ( ٢ ) د . ف . وسیروز - ترجمة دكتور محمد النادی ، د . عادل أبو المجد - الکهریة والمغنطیسیة - دار النهضة العربیة - ٣٢ شارع عبد الخالق ثروت - القاهرة - الطبعة الأولى ١٩٧٠ م .
- ( ٣ ) د . شارلز کیتل - ترجمة د . یوسف لیتو یوسف ، د . محمد شحاته فرج - المبادئ الأساسية فی فیزیاء الجامعات - الناشر مکتبة النهضة المصریة - ٩ شارع عدلی - القاهرة - الطبعة الأولى عام ١٩٦٨ م .

### ب - المراجع الانجليزية :

- (1) G. KITTEL (Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, New York, Chichester. Brusbane, Toronto.
- (2) Quantum Theory of Molecules and Solids, Insulators Semiconductors and Metals.